Tome quarante-huit N° 1-2 Janvier-Février 1957

BULLETIN

DE LA

Société d'Histoire Naturelle

de l'Afrique du Nord

PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS FINANCIER
DE LA DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE LA DIRECTION DE L'AGRICULTURE DU GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'ALGÉRIE

SOMMAIRE

Liste des Membres de la Société au 1er Janvier 1957 1
Liste des Abonnements 12
Rapport financier pour l'année 1956 15
† Foley (1871-1956) 17
Procès-verbaux des séances de Janvier et de Février 18
Boulaine (J.). — Principes et méthodes de la pédologie.... 21
Arambourg (C.). — Observations sur les Gazelles fossiles du Pléistocène supérieur de l'Afrique du Nord 49
Quézel (Dr P.). — Plantes nouvelles du Tibesti 82
Avargues (M.). — Les réflexes conditionnels 105
Amouriq (L.). — Optimum vital et rôle des scolopidies du scape et du pédicelle antennaires dans la recherche du preferendum hygrométrique de *Grillus bimaculatus* L..... 137
Devriès (A.). — Nouvelles observations sur *Infraclypeus thalebensis* Gauthier, Galeropygidé algérien 148

Siège de la Société :

FACULTÉ DES SCIENCES D'ALGER

Imprimeries "LA TYPO-LITHO & JULES CARBONEL" Réunies
2, Rue de Normandie, ALGER

1957

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
9 MAY 1957

AVIS IMPORTANTS

La Société tient ses séances le deuxième samedi de chaque mois, de novembre à juin, à 17 heures, à l'Amphithéâtre B de la Faculté des Sciences, Alger.

Le trésorier rappelle à ses collègues et aux abonnés que les cotisations ou les abonnements doivent lui être payés ou lui être envoyés sans frais, dans le premier trimestre de l'année (Règlement, art. 8).

La cotisation est fixée à 800 francs par décision du Conseil, et le montant de l'abonnement à 1.200 frs pour la France et l'Union Française, 2.000 francs pour l'étranger.

Le montant de la cotisation ou de l'abonnement doit être adressé impersonnellement :

A Monsieur le Trésorier de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Faculté des Sciences, Université d'Alger.

ou bien au compte de chèques postaux :

Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord — Université, Alger, C/C 330-649.

Le bulletin est trimestriel et paraît en principe dans le mois qui suit la dernière séance du trimestre.

Toutes les communications relatives à la publication du Bulletin, les manuscrits, les demandes d'admission et, en général, tout ce qui concerne l'administration de la Société, doivent être adressés à M. G. SCHOTTER, secrétaire général de la Société d'Histoire Naturelle, Faculté des Sciences, Alger.

Tous les versements de fonds et de cotisations, doivent être adressés à Monsieur le Trésorier de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Université, Alger.

Les demandes d'abonnement ou d'achat de publications, les demandes de renseignements concernant la bibliothèque doivent être adressées à Mlle Y. HISS, bibliothécaire de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Faculté des Sciences, Alger.

A toute lettre nécessitant une réponse, prière de joindre un timbre algérien ou un coupon-réponse intercolonial.

Tome quarante-huit N° 1-2 Janvier-Février 1957

BULLETIN

DE LA

Société d'Histoire Naturelle

de l'Afrique du Nord

PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS FINANCIER
DE LA DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE LA DIRECTION DE L'AGRICULTURE DU GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'ALGÉRIE

Liste des Membres de la Société au 1er Janvier 1957

ALIBERT (M.), Entomologiste, 16 boulevard Péreire, Paris (XVII[e]) (France).

AMOURIQ (L.), 30, rue Meissonnier, ALGER (Algérie).

ANTOINE, Professeur au Lycée Lyautey, 6, rue du Roussillon, CASABLANCA (Maroc).

ARAMBOURG (C.), Professeur de Paléontologie au Muséum d'Histoire Naturelle, 3, place Valhubert, PARIS (V[e]) (France).

ARLES (Cl.), 11, rue Mozart, ALGER (Algérie).

ARTHAUD (J.), 13, rue Clemenceau, CONSTANTINE (Algérie).

ATHIAS-HENRIOT (Mme C.), Assistante au Laboratoire de Zoologie, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

ATTARD (Dr-vétérinaire), Inspecteur du Service de l'élevage, 99, Boulevard Saint-Saëns, ALGER (Algérie).

AUBIN (Ch.), 6, rue Abbé de l'Epée, ALGER (Algérie).

AVARGUES (M.), Professeur agrégé au Lycée Bugeaud, ALGER (Algérie).

AYME (A.), Contrôleur des Tabacs, 43 bis, Boulevard du Télemly, ALGER (Algérie).

AYME (J. M.), 53, rue des Peupliers, BILLANCOURT (Seine -- France).

BALACHOWSKY (A.), Institut Pasteur, 25, rue du Docteur Roux. PARIS (XV^e^) (France).

BALOUT (L.), Professeur à la Faculté des Lettres, ALGER (Algérie).

BALOZET (L.), Chef de Service, Institut Pasteur, ALGER (Algérie).

BARRAGUE (G.), rue Branly, La Redoute, ALGER (Algérie).

BATTAREL (P.), Propriétaire, 30, avenue Dujonchay. ALGER (Algérie).

BEGUET (Dr), Institut Pasteur, ALGER (Algérie).

BELLAIR (P.), 25, rue de l'Yser, SCEAUX (Seine -- France).

BEQUAERT (Dr J.), Museum of comparative Zoology, Harvard College. CAMBRIDGE 38 (Mass.) U.S.A.

BERLANDE (F.), Professeur à la Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

BERNARD (F.), Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences ALGER (Algérie).

BERNARD (Mme F.). Licenciée ès Sciences, ALGER (Algérie).

BESSIS (M.), 1, place de la Sorbonne, PARIS (V^e^) (France).

BIANCAMARIA (Mlle E.), Professeur, Collège de Garçons, TLEMCEN (Oran -- Algérie).

BLARINGHEM (L.), Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences, 77, rue des Saints-Pères, PARIS (VI^e^) (France).

BLETON (C.), Chef des Services Agricoles Régionaux, 59, avenue Pasteur, CASABLANCA (Maroc).

BOISMERY, Docteur-vétérinaire. Inspecteur du Service de l'Elevage, HAMMAM-BOU-HADJAR (Oran -- Algérie).

BOISSON (C.), Villa des Pins, chemin des Quatre Seigneurs, MONTPELLIER (Hérault -- France).

BOITEL (L.), Chef de Bataillon en retraite, 2, rue Alfred-de-Musset. SIDI-BEL-ABBÈS (Oran -- Algérie).

BONETTO (Mlle A.), 60, chemin Picard, ALGER (Algérie).

BORD (L.), H.L.M., B. 8, route d'Arcole, ORAN (Algérie).

BOULAINE (J.), Ingénieur agronome, Service Colonisation et Hydraulique, Clairbois, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

BRAUN-BLANQUET (J.), Directeur de la S.I.G.M.A., chemin du Pioch de Boutonnet, MONTPELLIER (Hérault -- France).

BREISTROFFER, Conservateur du Musée, GRENOBLE (Isère -- France).

BRETIN (G.), Au Martrat, MARCILLY-LES-BUXY (Saône-et-Loire -- France).

BREVARD (H.), Professeur Collège de Boufarik, Lotissement « Chez Nous », BOUFARIK (Alger -- Algérie).

BRIGGS (L. C.), Director of Algerian studies of the American School of Prehistoric Research, Peabody Museum, 7, rue Pierre Viala, ALGER (Algérie).

BRUNEAU DE MIRE (Ph.), Laboratoire d'Agronomie Tropicale, Muséum National d'Histoire Naturelle, rue de Buffon, PARIS (V[e]) (France).

BUROLLET (P.), Pharmacien général en retraite, 58, Bd de Strasbourg, TOULOUSE (Hte-Garonne -- France).

BUSSON (G.), 44, rue Denfert-Rochereau, ALGER (Algérie).

CACHON (J.), Chef de travaux de Zoologie, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

CAMOU (R.), Docteur-vétérinaire, chez S.P.E.C.I.A., 20, rue Auber, ALGER (Algérie).

CAMPS (G.), 50, rue Daguerre, ALGER (Algérie).

CAPOT-REY (R.), Professeur de Géographie, Faculté des Lettres, ALGER (Algérie).

CARRA (P.), Directeur du Jardin d'Essai du Hamma, ALGER (Algérie).

CASTELLANI, Instituteur, CHAMPLAIN (Algérie).

CATANEI (A.), Docteur à l'Institut Pasteur, 8, rue Ampère, ALGER (Algérie).

CAUMEL (E.), Ingénieur agricole, 92, rue Michelet, ALGER (Algérie).

CAZAUBON (J.), Pharmacien, 17, rue Mizon, ALGER (Algérie).

CECCALDI (H.), Assistant à la Faculté des Sciences, Cité Universitaire BF 29, BEN-AKNOUN (Alger).

CHAMPAGNE (R.), « La Croix », GARDONNE (Dordogne -- France).

CHANCEL (J. de), 38, rue Michelet, ALGER (Algérie).

CHARLEMAGNE (Mlle), Professeur de cours complémentaire, Ecole du boulevard Gambetta, ALGER (Algérie).

CHARLES (G.), Maître de Conférences de Géologie, Institut Agricole d'Algérie, MAISON-CARRÉE (Algérie).

CHEVASSUT (G.), Chef de travaux E.N.A., MAISON-CARRÉE (Algérie).

CHRISTEN (Y.), Instituteur, BOU-SAADA (Alger -- Algérie).

CLASTRIER (Dr J.), Institut Pasteur, ALGER (Algérie).

CLERC (L.), Chirurgien-dentiste, 4, rue Alsace-Lorraine, ORAN (Algérie).

COCO (J.), boulevard Charles-Lutaud, BOUFARIK (Alger -- Algérie).

COLO (J.), Géologue au Service géologique du Maroc, 5 bis, rue de Douaumont, RABAT (Maroc).

COMBESCOT (Dr Ch.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, ALGER (Algérie).

COMMUNAL (R.), Directeur du Laboratoire du Service vétérinaire, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

CORNET (A.), Géologue au Service de la Colonisation et Hydraulique. Clairbois, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

COURT (Mlle R.), Lycée Gsell, ORAN (Algérie).

COUSTAUD (Mlle D.), Assistante à la Faculté de Médecine et de Pharmacie, 22, rue Camille Douls, ALGER (Algérie).

DALLONI (M.), Professeur de Géologie appliquée, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

DAUMAS (P.), Pharmacien, 31, rue de Mostaganem, ORAN (Algérie).

DAVADIE (Mme C.), Attachée de Recherches au C.N.R.S., 14 ter, rue du Docteur-Trolard, ALGER (Algérie).

DAVID (L.), Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences, LYON (Rhône -- France).

DELEAU (P.), Service de la Carte géologique, rue 27 B, Hydra, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

DELHOM (Mlle M.), 4, rue de Beaufort, ALGER (Algérie).

DELORME, Directeur de la Station expérimentale d'Elevage, LE KROUBS, (Constantine -- Algérie).

DELYE (G.), rue n° 14, Hydra, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

DENIS (J.), Ingénieur des Mines, 103, rue Jean-Jaurès, DENAIN (Nord, France).

DESLONDES (R.), 6 bis, rue Parnet, HUSSEIN-DEY (Alger -- Algérie).

DETROY (P.), Inspecteur de l'Enseignement primaire, 3, rue Burdeau, ALGER (Algérie).

DEVRIES (A.), Assistant de Géologie générale, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

DISPONS (P.), Intendant militaire, Intendance des subsistances, Quartier Foch, 70, boulevard de la Tour-d'Auvergne, RENNES (Ille-et-Vilaine -- France).

DOLLFUS (R.P.), Muséum d'Histoire Naturelle, 57, rue Cuvier, PARIS (V°) (France).

DROUHIN (G.), Directeur du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, 135, rue Michelet, ALGER (Algérie).

DUBIEF (J.), Aide-Physicien, Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Université, ALGER (Algérie).

DUBUIS (A.), Professeur de Botanique à l'Institut Agricole d'Algérie, 32, boulevard Bru, ALGER (Algérie).

DUMON (E.), S.E.R.E.P.T., B. P. 409, TUNIS (Tunisie).

DUNILAC (G. de), Propriétaire, Clos du Trèfle, LES ISSERS (Algérie).

DURAND (J.), Pédologue au Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Clairbois, BIRMANDREÏS (Algérie).

DURAND-DELGA, 2 bis, rue du Parc, MEUDON (S.-et-O. -- France).

DURCHON (M.), Maître de Conférences, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

DUROZOY (G.), Géologue, Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Clairbois, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

EMBERGER (L.), Correspondant de l'Institut, Professeur de Botanique, Institut de Botanique, Jardin des Plantes, MONTPELLIER (Hérault -- France).

EMERIT (M.), 61, boulevard Galliéni, EL-BIAR (Algérie).

ERROUX (J.), Maître de Conférences d'Agriculture, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Algérie).

ESPERANDIEU (G.), Dr-vétérinaire, 124 *bis*, rue Michelet, ALGER (Algérie).

FAGNONI (Mlle J.), Boulevard Est, MARENGO (Algérie).

FAURE (A.), Instituteur honoraire, 91, avenue de Saint-Eugène, ORAN (Algérie).

FAUREL (L.), Assistant de Botanique, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

FELDMANN (J.), Professeur de Botanique, Institut Océanographique. 195, rue Saint-Jacques, PARIS (V[e]) (France).

FERRAN (J.), Rédacteur, Direction des Douanes, ALGER (Algérie).

FLANDRIN (J.), 16, quai Cl. Bernard, LYON (France).

FOURCHES (M.), E.M.P.N.A., KOLÉA (Alger -- Algérie).

GARDET (Mlle M.), 7, rue Généraux-Morris, CONSTANTINE (Algérie).

GARRIGUES (R.), Professeur à la Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

GAUCHER (G.), Ingénieur, I.A.A., Comptoir Français de l'Azote, 6, boulevard Baudin, ALGER (Algérie).

GAUTHIER (R.), Peloton 221, S. P. 5811 B (F.F.A.).

GAUTHIER-LIEVRE (Mme), Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

GEVIN (P.), Géologue au Service de l'Hydraulique, 135, rue Michelet ALGER (Algérie).

GEZE (B.), Laboratoire de Géologie I.N.A., 16, rue Claude-Bernard, PARIS (5[e]) (France).

GILLET (R.), Assistant au Laboratoire d'Agronomie coloniale, Muséum d'Histoire naturelle, rue de Buffon, PARIS (6[e]) (France).

GLANGEAUD (L.), Professeur de Géologie, 32, rue Megevand, BESANÇON (Doubs -- France).

GOBERT (Dr E.), 12, avenue Carnot, TUNIS (Tunisie).

GORENFLOT (R.), Professeur agrégé, 9, square Contenot, PARIS (XII[e]) (France).

GOURINARD (Y.), 11, rue Caïd Achmed, EL-BIAR (Alger -- Algérie).

GOUX (L.), Professeur agrégé au Lycée Périer, 180, rue de Rome MARSEILLE (Bouches-du-Rhône -- France).

GRANDJEAN (F.), Inspecteur général des Mines, 8, square Alboni, PARIS (XVI[e]) (France).

GRANGAUD (Dr), Professeur à la Faculté de Médecine, ALGER (Algérie).

GRIESSINGER (C.), Chef de Service de l'Apiculture au Gouvernement Général, 47, rue d'Isly, ALGER (Algérie).

GRUNY (Dr E.), 7, rue Général-Marchand, ALGER (Algérie).

GUINET (Ph.), 6, rue Gœthe, STRASBOURG (Bas-Rhin -- France).

GUINOCHET (M.), Professeur de Botanique, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

GUITTONEAU (G.), Assistant à la Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

HAMON (Mlle M.), Chef de travaux de Biologie générale, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

HEIM (G.), Centre de Recherches Sahariennes, BÉNI-ABBÈS (Oranie).

HELDT (H.), villa Mysis, 1, rue des Suffètes, SALAMMBÔ, par Carthage (Tunisie).

HENRY (A.), Conseiller agricole, Route du Vieux Kouba, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

HILLY (J.), 94, avenue Maréchal de Lattre de Tassigny, NANCY (Meurthe-et-Moselle -- France).

HISS (Mlle Y.), Assistante, Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

HLISNIKOVSKY (J.), Ingénieur, Na Valech 34, PRAHA (Tchécoslovaquie).

HOLLANDE (A.), Professeur de Biologie générale, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

HORRENBERGER (Dr R.), Chef de Service, Institut Pasteur, ALGER (Algérie).

HUGOT (H.), 37, place des Fleurs, Diar-es-Saâda, ALGER (Algérie).

HUMBERT (H.), Professeur de Phanérogamie, Muséum d'Histoire Naturelle, 57, rue Cuvier, PARIS (V[e]) (France).

JACQUEMIN (Dr P.), Maître de conférences de Parasitologie à la Faculté de Médecine, 25, rue Emile-Alaux, ALGER (Algérie).

JACQUIN, Professeur au Lycée Bugeaud, ALGER (Algérie).

JAHIER (Dr H.), 41, rue Sadi-Carnot, ALGER (Algérie).

JAHIER (J.), 51, boulevard Saint-Saëns, ALGER (Algérie).

JEANNEL (Dr L.), Professeur d'Entomologie, Muséum d'Histoire Naturelle, 45 *bis*, rue de Buffon, PARIS (V[e]) (France).

JELENC (F.), Professeur, 24, rue de Gascogne, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

JODOT (P.), 12, rue du Regard, PARIS (VI[e]) (France).

JORE D'ARCES (P.), Directeur des Recherches zootechniques et vétérinaires, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger Algérie).

LABBE (A.), Institut des Hautes Etudes, 2, rue de Rome, TUNIS (Tunisie).

LACROIX (R.), Assistant au Laboratoire de Parasitologie, 56, rue de Verdun, EL-BIAR (Alger -- Algérie).

LAFFITTE (R.), Professeur de Géologie, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

LAFUE (G.), Chef de secteur des P.T.T., 25, boulevard Bugeaud, ALGER (Algérie).

LAMBERT (A.), Géologue, 13, rue Victor-Hugo, SAINT-EUGÈNE (Alger, Algérie).

LANGRONIER, Conseiller agricole des Territoires du Sud, Le Golf, La Redoute, ALGER (Algérie).

LAPADU-HARGUES (P.), 3, Avenue Vercingétorix, CLERMONT-FERRAND (France).

LAUMONT (P.), Professeur, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

LAVALLEE (P.), Dr-Vétérinaire, Inspecteur du Service de l'Elevage, CRESCIA (Alger -- Algérie).

LECAL-SCHLAUDER (Mme J.), 177, rue de Lyon, ALGER (Algérie).

LE DU, Inspecteur des Eaux et Forêts, 15, rue Colombani, ORAN (Algérie).

LE HOUHEROU, 2, rue d'Angleterre, TUNIS (Tunisie).

LELUBRE (M.), Géologue Service Géologique de l'Algérie, 14, boulevard Baudin, ALGER (Algérie).

LE MASNE (G.), 1, rue Delambre, PARIS (XIV[e]) (France).

LEOUFFRE (A.), Professeur adjoint, Lycée Bugeaud, ALGER (Algérie).

LEREDDE (C.), Chef de Travaux à la Faculté des Sciences de Toulouse, 7, rue du Canard, TOULOUSE (Hte-Garonne -- France).

LISITA (C.), Etudiant, Cité Universitaire B 42, BEN-AKNOUN (Alger -- Algérie).

LITARDIERE (R. de), Professeur de Botanique, Correspondant de l'Institut, MAZIÈRES-EN-GATINE (Deux-Sèvres -- France).

LLABADOR (F.), Docteur en pharmacie, 1, rue Gambetta, NEMOURS (Algérie).

LUCAS (D.), Avocat, LE PRIEURÉ D'AUZAY, par Fontenay-le-Comte (Vendée-France).

LUCAS (G.), Professeur de Géologie, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

MAGNE (F.), Station Biologique, ROSCOFF (Finistère -- France).

MAGNÉ (J.), Ingénieur géologue ENSP, B.P. 105, ALGER (Algérie).

MAGNEVILLE (A.), Inspecteur du Service de l'Elevage, 103, rue Michelet, ALGER (Algérie).

MAITRE (J.P.), Domaine St-Georges, GOURAYA (Algérie).

MANDOUL, Professeur de Parasitologie, Faculté de Médecine, ALGER (Algérie).

MARÇAIS (J.), 11, rue des Merinides, RABAT (Maroc).

MASSONNET (Mlle R.), Assistante au Laboratoire de Chimie Biologique et Médicale, Faculté de Médecine, ALGER (Algérie).

MAUBLANC (A.), Professeur à l'Institut agronomique, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, PARIS (6e) (France).

MAUPOUME (Dr R.), Chef de travaux, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

MENCHIKOFF (N.), Directeur des recherches au C.N.R.S., 1, rue Victor-Cousin, PARIS (5e) (France).

MESLIN (R.), Archives de Botanique, 14, rue aux Namps, CAEN (Calvados -- France).

MEZZANATTI (M.), Professeur d'E.P.S., 38, Bd Saint-Saëns, ALGER (Algérie).

MOLBERT (P.), Ingénieur en chef de la ville d'Alger en retraite, 12, rue de Mulhouse, ALGER (Algérie).

MONJAUZE (A.), Conservateur des Eaux et Forêts, Gouvernement Général, ALGER (Algérie).

MONOD (Th.), Directeur de l'Institut Français de l'Afrique Noire, DAKAR (A.O.F.).

MONOT (Mlle O.), 3, rue Burdeau, ALGER (Algérie).

MOREL (J.), Ecole des Garçons de Saint-Cloud, BÔNE (Algérie).

MORELL (G.), 9, rue Docteur-Trolard, ALGER (Algérie).

MOUROT (Dr P.), 5, impasse d'Ypres, ALGER (Algérie).

MURAOUR (P.), Chef de travaux de Géologie, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

NAIN (Dr M.), 1, rue de Provence, RABAT (Maroc).

NORMAND (Dr H.), Médecin de colonisation, LE KEF (Tunisie).

OLLIVIER (Y.), 6, rue de la Grimpette, ROUZIES (Nord -- France).

OTIN (H.), notaire, BP 210, MEKNÈS (Maroc).

OZENDA (P.), Institut de Botanique, 9 place Bir-Hakeim, GRENOBLE (Isère -- France).

PARDO-ALCAIDE (A.), 4 Espanoleto, MELILLA (Maroc Espagnol).

PARROT (Dr L.), Sous-Directeur, Institut Pasteur d'Algérie, ALGER (Algérie).

PAULIAN (R.), Directeur adjoint Institut de Recherches scientifiques B.P. 434, TANANARIVE (Madagascar).

PELISSIER (R.), Licencié ès Sciences, Propriétaire viticulteur, LES ISSERS (Algérie).

PEPIN (J), Capitaine en retraite, 3, rue Laperrine, OUARGLA (Algérie).

PIERRE (F.), Entomologiste, 4, square de la Mayenne, PARIS (17e) (France).

PIGUET (P.), Maître de Conférences de Zoologie, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

PONS (A.), Institut de Botanique, Jardin des Plantes, MONTPELLIER (Hérault -- France).

PRADES-SAQUENET (Mme A.), 18, rue Meissonier, ALGER (Algérie)

PY (L.), Professeur honoraire de l'enseignement secondaire, 93, avenue de la Garenne, NANCY (Meurthe-et-Moselle -- France).

QUEZEL (Dr P.), Maître de Conférences de Botanique, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

RESSORT, Assistant au Laboratoire botanique, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

RIBAUT (Dr H.), Professeur Faculté de Médecine, 18, rue Lafayette, TOULOUSE (Hte-Garonne -- France).

RICHARD (Mlle), Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Clair bois, BIRMANDREÏS (Algérie).

RIVOIRARD, 4, rue Marie, TOULOUSE (Hte-Garonne -- France).

ROLLIN (Mlle P.), Assistante à la Faculté des Sciences d'Alger, 21, boulevard Galliéni, EL-BIAR (Alger -- Algérie).

ROQUES (Dr H.), Professeur agrégé, Faculté de Médecine et de Pharmacie, ALGER (Algérie).

ROSE (M.), Professeur, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

ROSEAU (H.), Professeur d'Agrologie, Ecole Nationale d'Agriculture, MAISON-CARRÉE (Alger -- Algérie).

ROSFELDER (A.), Le Paradou, Hydra, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

ROTH (P.), La Lézardière, chemin Bézioux, PAU (Hautes-Pyrénées -- France).

ROUBET (F.), 111, rue Michelet, Alger (Algérie).

ROUGET (Mme Y.), Laboratoire de Parasitologie, 15, rue de l'Ecole de Médecine, Paris (VI[e]) (France).

ROUILLARD (E.), Receveur des Postes, 2, rue Ribolet, Alger (Algérie).

ROUZET (M.), Chef de travaux, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Alger (Algérie).

ROYER (L.), Correspondant de l'Institut, Professeur de Minéralogie, Doyen de la Faculté des Sciences, Alger (Algérie).

RUNGS (Ch.), 59, rue du Lyonnais, Rabat (Maroc).

RUTLAND (J.), 2, Avenida Generalissimo, Pral.Izqda, Melilla (Maroc Espagnol).

SAGNE (J.), Inspection Départementale de l'Elevage, 12, rue Mogador, Alger (Algérie).

SALGUES (R.), Brignoles-sur-Var (Var — France).

SALIBA (L.), Ingénieur agronome, Bordj-Ménaïel (Algérie).

SAMSO (A.), Docteur vétérinaire, 3, rue Thuilier, Alger (Algérie).

SANTA (S.), Docteur en pharmacie, 43, avenue d'Oujda, Oran (Algérie).

SAUVAGE (Ch.), Botaniste, Institut Scientifique Chérifien, 15, boulevard d'Argonne, Rabat (Maroc).

SCHNELL (R.), Faculté des Sciences, Caen (Calvados — France).

SCHOTTER (G.), Assistant de botanique, Faculté des Sciences, Alger (Algérie).

SELTZER (P.), Physicien Service Météorologie Nationale, 17, rue Bastide, Alger (Algérie).

SERGENT (E.), Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur, Alger (Algérie).

SIMONNEAU (A.), Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Perrégaux (Algérie).

SOUVILLE (G.), Inspection des Antiquités, 13, rue Coli, Rabat (Maroc).

STANISLAS (E.), Professeur, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Alger (Algérie).

TEISSIER (Mlle A.), avenue Claude-Debussy, Alger (Algérie).

TEISSIER (Mlle O.), avenue Claude-Debussy, Alger (Algérie).

TERMIER (H.), 131, avenue de Versailles, Paris (XVI[e]) (France).

THEROND (J.), Industriel, 41, rue Seguier, Nimes (Gard — France).

TIXIER (J.), Ecole de Garçons, Birtouta (Alger — Algérie).

TROCHAIN (J.), Professeur, Faculté des Sciences, Montpellier (Hérault France).

VAILLANT (F.), 26, Cours Berriat, GRENOBLE (Isère -- France).

VAISSIERE (R.), Assistant de Biologie Générale, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

VARGUES (Mme H.), Assistante, Faculté des Sciences, ALGER (Algérie).

VASSOT (J.), Professeur au Cours complémentaire, 33, boulevard Victor-Hugo, TIARET (Algérie).

VERGUET (M.), Receveur des Contributions diverses en retraite, SAINT-ARNAUD (Constantine).

VIGREUX (M.), Villa les Azious, rue Saint-Armand, WIMEREUX (Pas-de-Calais -- France).

VINDT (J.), Centre d'Etudes supérieures scientifiques, avenue Biarney, RABAT (Maroc).

WEBER (Dr A.), Professeur de l'Université en retraite, Le Clos, MONNETIER-MORNEIX (Hte-Savoie -- France).

WERNER (R.G.), Maître de Conférences de Botanique, Institut de Botanique, NANCY (Meurthe-et-Moselle -- France).

Liste des abonnements

ALGÉRIE ET TERRITOIRES DU SUD

Assistance Médico-Sociale, ADRAR (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, AÏN-SEFRA (Territoires du Sud).

Direction du Service de Santé des Territoires du Sud, Immeuble Maurétania, ALGER (Algérie).

Inspection Départementale du Service de l'Elevage, 12, rue Mogador, ALGER (Algérie).

Inspecteur de la Protection des Végétaux, Directeur de l'Insectarium, Jardin d'Essai du Hamma, ALGER (Algérie).

Insectarium, Jardin d'Essai du Hamma, ALGER (Algérie).

Inspecteur Chef du Service de la Protection des Végétaux (M. P. FRÉZAL), 137, rue Michelet, ALGER (Algérie).

Service de la Production Animale, Gouvernement Général de l'Algérie, ALGER (Algérie).

Service de la Protection des Végétaux, 137, rue Michelet, ALGER (Algérie).

Service départemental de la Défense et Restauration des Sols, Bois de Boulogne, ALGER (Algérie).

Directeur du Service des Forêts, Villa Joly, avenue Franklin-Roosevelt, ALGER (Algérie).

Assistance Médico-Sociale, BÉNI-ABBÈS (Territoires du Sud).

Laboratoire de Biologie Saharienne, BÉNI-ABBÈS (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, BÉNI-OUNIF (Territoires du Sud).

Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Bureau des Etudes Scientifiques, Clairbois, BIRMANDREÏS (Alger -- Algérie).

Dépôt de Reproducteurs du Service de l'Elevage, rue Guynemer, BLIDA (Alger -- Algérie).

Station Expérimentale d'Arboriculture, BOUFARIK (Alger -- Algérie).

Assistance Médico-Sociale, COLOMB-BÉCHAR (Territoires du Sud).

Dépôt de Reproducteurs du Service de l'Elevage, Sidi-Mabrouk Supérieur, CONSTANTINE (Algérie).

Inspection Départementale du Service de l'Elevage, 10, rue Basset, CONSTANTINE (Algérie).

Assistance Médico-Sociale, DJANET (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, DJELFA (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, EL-GOLÉA (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Fort-Polignac (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Géryville (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Ghardaïa (Territoires du Sud).

Station d'Etude des Sols salés, Hamadena (Oran -- Algérie).

Assistance Médico-Sociale, In-Salah (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Kenadza (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Laghouat (Territoires du Sud).

Station Expérimentale d'Elevage d'Algérie, Le Kroubs (Constantine -- Algérie).

Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires, Ecole Nationale d'Agriculture, Maison-Carrée (Alger -- Algérie).

Assistance Médico-Sociale, Méchéria (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Metlili, c/o Administrateur chef d'Annexe, Ghardaïa (Territoires du Sud).

Dépôt de Reproducteurs du Service de l'Elevage, rue Détrie, Oran (Algérie).

Inspection Départementale du Service de l'Elevage, Maison du Colon, Place Karguentah, Oran (Algérie).

Musée Demaeght, Oran (Algérie).

Assistance Médico-Sociale, Taghit (Territoires du Sud).

Assistance Médico-Sociale, Tamanrasset (Territoires du Sud).

Dépôt de Reproducteurs du Service de l'Elevage, Jumenterie et Asinerie, Tiaret (Algérie).

Assistance Médico-Sociale, Touggourt (Territoires du Sud).

France

Station de Botanique et de Phytopathologie, Villa Thuret, Antibes (Alpes-Maritimes -- France).

Laboratoire de Botanique, Ecole Nationale d'Agriculture, Grignon (Seine-et-Oise -- France).

Muséum d'Histoire Naturelle, Nîmes (Gard -- France).

Maroc

Centre de la Recherche Agronomique et de l'Expérimentation Agricole, 67, Avenue de Témara, Rabat (Maroc).

Division des Mines et de la Géologie (Bibliothèque), Rabat (Maroc).

Service de la Défense des Végétaux, 95, Avenue de Témara, Rabat (Maroc).

Station de Recherches et d'Expérimentation Forestières, B. P. Rabat-Aguedal, 763, Rabat (Maroc).

TUNISIE

Bibliothèque Générale de Tunisie, 20, Souk el Attarine, TUNIS (Tunisie).

Laboratoire de Biologie Végétale, Institut des Hautes Etudes, 2, rue de Rome, TUNIS (Tunisie).

Laboratoire de Géologie, Institut des Hautes Etudes, 8, rue de Rome, TUNIS (Tunisie).

CÔTE D'IVOIRE

Directeur de l'I.F.A.N., ABIDJAN (Côte d'Ivoire).

CHINE

Academia Sinica, 3, Wen Tsin Chieh, PÉKING (Chine).

GRANDE-BRETAGNE

The General Library, British Museum (Natural History) LONDON S.W. 7 (Grande-Bretagne).

Zoological Society of London, LONDON N.W. 1 (Grande-Bretagne).

INDE

Indian Agricultural Research Institute, NEW-DELHI 12 (India).

ITALIE

Istituto Botanico (Prof. E. FRANCINI), Università, BARI (Italia).

Stazione di Entomologia Agraria, 15-16 Via Roma, FIRENZE (Italia).

Istituto Botanico, Via Canizzaro, MESSINA (Italia).

Istituto Botanico, Orto Botanico, Università, MESSINA (Italia).

Services gratuits

Bibliothèque Nationale, rue Emile-Maupas, ALGER (Algérie).

Bibliothèque de l'Université, 2, rue Michelet, ALGER (Algérie).

Bibliothèque Générale du Lycée Bugeaud, ALGER (Algérie).

Direction de l'Agriculture, Gouvernement Général, ALGER (Algérie).

Monsieur le Recteur de l'Académie d'Alger, ALGER (Algérie).

Bibliothèque de la Cité Universitaire, boulevard Jourdan, PARIS (France).

Ministère de l'Education Nationale, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 55, rue St-Dominique, PARIS (7e) (France).

Régie du Dépôt Légal, Bibliothèque Nationale, 59, rue Richelieu, PARIS (2e) (France).

Biological Abstracts, University of Pennsylvania, 38 Street, PHILADELPHIA (Penn., U.S.A.).

Rapport financier pour l'année 1956

I. Bilan de l'année.

Avoir au 31 décembre 1956	Fr.	995.506
Recettes pour l'année 1956	Fr. 2.286.962	
Dépenses	Fr. 1.291.456	
Excédent de recettes	Fr.	995.506

II. Détail des recettes.

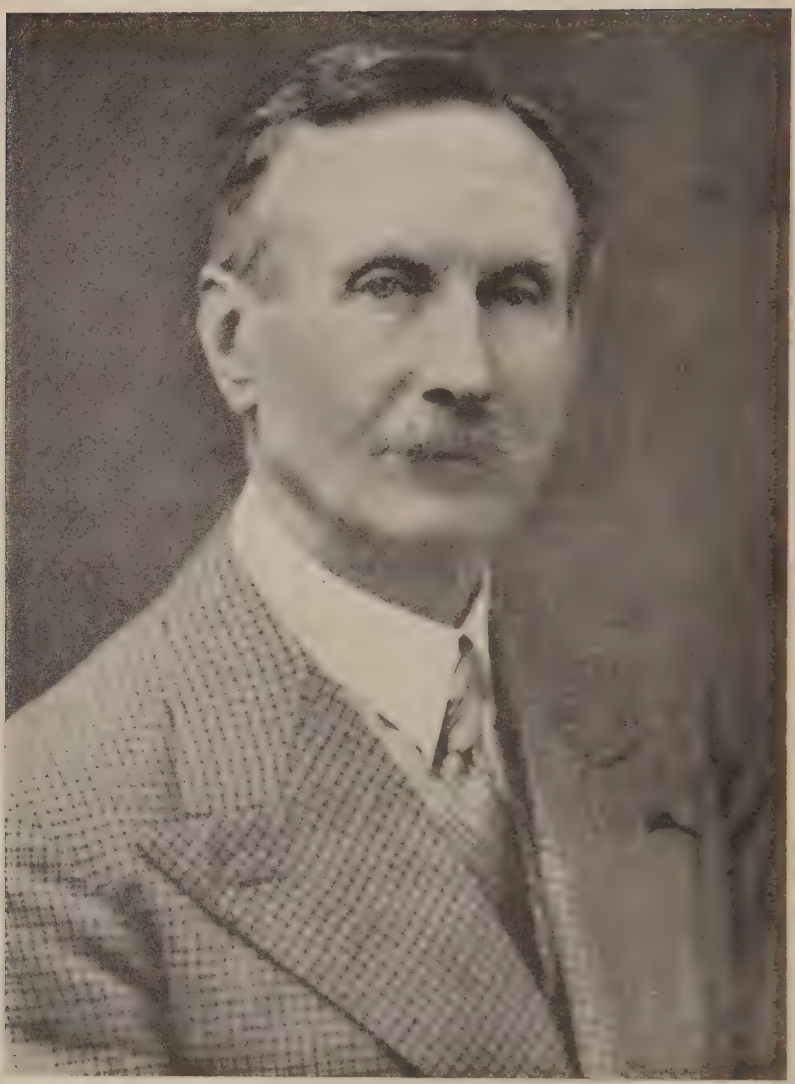
Avoir au 1er janvier 1956	Fr.	777.207
Subventions	Fr.	920.000
Cotisations	Fr.	169.050
Abonnements	Fr.	69.897
Vente publications	Fr.	157.319
Recettes diverses (récupérations sur frais d'impression et tirages à part)	Fr.	193.489
Total	Fr.	2.286.962

III. Détail des dépenses.

Imprimerie	Fr.	1.205.202
Bibliothèque - Trésorerie - Secrétariat (correspondance et expéditions du Bulletin)	Fr.	50.340
Frais bancaires divers		788
Divers (achats fiches, menuiserie, etc.)	Fr.	35.126
Total	Fr.	1.291.459

IV. Détail de l'avoir au 1er janvier 1957.

Caisse	Fr.	3.348
C.C.P.	Fr.	729.213
Crédit Foncier d'Algérie et de Tunisie	Fr.	262.945
Total	Fr.	995.506
		995.506



HENRY FOLEY
1871-1956

Dr Henry FOLEY

(1871-1956)

Au mois d'août dernier la Société d'Histoire Naturelle a eu la douleur de perdre un de ses plus anciens membres et ancien Président, le docteur Henry Foley.

Henry Foley né en Haute-Marne en 1871, vint en Algérie en 1903 comme Médecin militaire et peu après fut nommé à Beni-Ounif du Figuig. C'est là qu'il fut conquis par le Sud et ne devait pas tarder à devenir un grand saharien. Recherchant sans cesse les origines des maladies qu'il avait à soigner, il contribua largement à la prophylaxie du typhus, du paludisme et de la tuberculose. Dès 1907 il se préoccupe de l'évolution d'une épidémie de fièvre récurrente qui règne dans le Sud, et peu après avec Edmond Sergent ils obtiennent la preuve expérimentale que le pou est l'agent vecteur de la maladie.

Plus tard il étudie la pathologie de la tuberculose par le vaccin B.C.G. sur les nomades. Il propose une vaccination « per buccam » puis par scarification cutanée, obtenant ainsi des résultats très appréciables sur des populations très disséminées et en constante migration.

Mais son esprit curieux ne se contente pas uniquement de ses travaux médicaux, il s'intéresse puis se passionne pour l'Histoire Naturelle. Tous les domaines éveillent son instinct de chercheur, il récolte aussi bien les plantes que les animaux dont il étudie la biologie. La pathologie animale même ne le laisse pas indifférent.

Il a ainsi largement contribué à la connaissance de la flore et de la faune sahariennes.

En 1922 il quitte l'armée pour reprendre la Direction des Laboratoires sahariens de l'Institut Pasteur d'Algérie dont il était déjà un fidèle collaborateur. Il occupe ce poste important presque jusqu'à sa mort, fournissant un travail considérable toujours accompli avec une parfaite conscience.

C'est lui qui eut l'heureuse idée de créer un stage de pathologie saharienne pour les médecins appelés à servir dans le Sud. Il dirige lui-même ses jeunes confrères et les prépare à leur nouvelle tâche, plus de trois cents furent ses élèves. Chaque fois qu'il lui fut donné de retourner au Sahara il saisit l'occasion de parcourir son cher désert et il en rapporte toujours une moisson botanique et zoologique intéressante. Il y a très peu d'années encore, malgré son âge et la fatigue que cela représentait, il se joignit à diverses missions.

Membre assidu de la Société d'Histoire Naturelle il y fit de nombreuses cmmunications toujours intéressantes et très diverses.

Pendant ses courts loisirs il étudiait les herbiers du Laboratoire de botanique aux Facultés, ou dessinait des champignons rares avec une grande finesse de trait et des coloris très justes. Il est regrettable que ces aquarelles n'aient jamais été publiées par un éditeur qui aurait su leur rendre tout leur brillant. Nous perdons en lui un ami sûr et bienveillant mais aussi un grand savant et un de nos meilleurs membres.

Le Président et les Membres de la Société d'Histoire Naturelle s'associent à la douleur de Mme Foley et de Mme d'Alnoncourt et leur témoignent leur profonde sympathie.

G. de Dunilac.

SÉANCE DU 12 JANVIER 1957

Présidence de M. de DUNILAC

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Admissions :

MM. Breistroffer, Bretin, Jacquin et Le Houhérou présentés au cours de la précédente séance, sont proclamés membres de la Société.

Présentation :

Mlle Odile Monot, Licenciée ès Sciences, 3, rue Burdeau, Alger, présentée par MM. Boulaine et Arthaud.

Nécrologie :

Le Président fait part du décès de deux membres éminents de la Société : MM. de Peyerimoff et Rabaud, et présente ses vives condoléances aux familles des défunts. Une notice biographique consacrée à M. de Peyerimoff, paraîtra dans le Bulletin.

Vœux :

La Société a reçu les remerciements et les vœux des personnalités suivantes, auxquelles elle avait envoyé les siens par l'intermédiaire de M. le Président :

M. R. Lacoste, Ministre Résidant en Algérie.

M. Aït Ali, Président du Conseil Général d'Alger.

M. le Recteur de l'Académie d'Alger.

M. J. Pélissier, Directeur de l'Agriculture en Algérie.

La Société a reçu également les vœux :

du Directeur de l'Académie des Sciences d'Ukraine,
des Annales de l'Université Marie-Curie à Lublin (Pologne),
de la Photogravure algérienne.

Légion d'Honneur :

Le Président a le plaisir de faire part de la remise à M. le Professeur DALLONI de la cravate de Commandeur. Il adresse à cette occasion ses plus vives félicitations au nom de la Société à l'heureux récipiendaire.

Présentation d'ouvrage :

M. CHAVASSUT présente la brochure *Aspects et réalités de l'Algérie agricole*. Cette brochure éditée par les soins de l'Association des Anciens Elèves de l'Institut Agricole d'Algérie, d'une présentation très soignée, est destinée à la France et à l'étranger pour y faire connaître l'œuvre accomplie par la France en Algérie dans les divers domaines de l'Agriculture. Un exemplaire est déposé dans la Bibliothèque de la Société.

Communications :

M. AVARGUÈS : *Les réflexes conditionnels.*

M. QUÉZEL : *Plantes nouvelles du Tibesti.*

M. QUÉZEL accompagne sa communication de la projection de très intéressantes photographies en couleurs rapportées de sa mission au Tibesti.

SÉANCE DU 5 FÉVRIER 1957

Présidence de M. de DUNILAC

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Admission :

Mlle Monod présentée au cours de la précédente séance est proclamée membre de la Société.

Présentations :

Mme Quilès, aide-technique du C.N.R.S, présentée par MM. Bernard et Schotter.

M. Fourches Maurice, E.M.P.N.A., Koléa, présenté par MM. de Dunilac et Schotter.

Distinction :

Une lettre de M. Llabador, pharmacien à Nemours, nous apprend que l'Assemblée des Professeurs du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, vient de l'élire membre correspondant à l'unanimité, pour ses travaux malacologiques sur l'Afrique mineure. Le Président adresse au nom de la Société ses plus vives félicitations à M. Llabador.

Communications :

M. Boulaine : *Principes et méthodes de la pédologie.* M. Boulaine accompagne sa communication de projections photographiques en couleurs.

M. Amouriq : *Optimum vital et rôle des scolopidies du scape et du pédicelle antennaires dans la recherche du préférendum hygrométrique chez* Gryllus bimaculatus *L.*

M. Arambourg : *Les Gazelles fossiles de l'Afrique du Nord.*

M. Devriès : *Nouvelles observations sur* Infraclypeus thalebensis *Gauthier, Galéropygidé algérien.*

Principes et méthodes de la pédologie

par J. Boulaine

Introduction

Parmi les nombreuses branches de la science du sol, la Pédologie a pris ces dernières années un développement rapide. Le sol, au sens pédologique du terme, est un phénomène naturel, et les travaux des pédologues peuvent être utiles à tous ceux qui étudient la Nature.

La Science du sol est née au siècle dernier à la suite de la découverte du rôle des matières fertilisantes et grâce au développement de la chimie analytique. Petit à petit des laboratoires agrologiques furent créés dont le rôle fut d'analyser des échantillons de terre afin de déterminer les besoins en engrais des sols cultivés. Les personnes qui travaillaient dans ces laboratoires se spécialisèrent lorsque les problèmes relatifs aux terres devinrent plus complexes et la Science du sol eut bientôt de nombreuses branches : Microbiologie du sol, Physique du sol, Chimie du sol, etc...

La Pédologie se développa à partir de 1880, lorsque Dokoutchaev (W. Kubiena, 1953) montra que le sol était une formation naturelle dont la genèse obéissait à des lois très générales : la connaissance de ces lois permet de pénétrer le mécanisme des processus physico-chimiques dont le sol est le siège, elle permet aussi de cartographier les sols avec une précision élevée.

***

Principes de la pédologie

A. — *Notion de sol.*

Pour les pédologues, la formation du sol est un phénomène naturel qui se produit à la surface de la terre chaque fois que l'érosion ne déblaie pas les produits d'altération des roches. A la limite, un affleurement géologique peut même être considéré comme un sol. C'est ce que les pédologues appellent une roche-mère (ou un sol au temps zéro). Divers agents d'altération que nous étudierons plus loin en détail peuvent agir sur cette roche-mère pour la transformer. Si les produits de transformation restent sur place il se forme un sol.

On a constaté en étudiant les sols qu'il s'y formait des couches ou des zones dont les propriétés chimiques ou physiques sont très différentes et qui se retrouvent avec les mêmes rapports d'un sol à l'autre. On appelle ces zones qui sont le plus souvent horizontales des « horizons ». Une coupe de sol prend en pédologie le nom de « profil ». Un profil est limité à la surface supérieure par l'atmosphère et à la partie inférieure par ce qu'il est convenu d'appeler la roche sous-jacente ou parfois le substratum. Il s'agit le plus souvent de la roche-mère non altérée ou, si le sol est un sol transporté, d'une roche quelconque (1). Dans les plaines alluviales que nous avons étudiées, le substratum est souvent formé d'anciens sols qui sont maintenant enterrés. Ces sols peuvent être fossiles si leurs horizons ne participent plus à l'évolution du profil qui les recouvre. Mais il peut arriver que les horizons supérieurs de ces sols participent à la pédogénèse lorsque les nouveaux apports sont peu épais. On a alors affaire à un sol complexe ou à un recouvrement de sol.

Les horizons d'un sol ne sont pas indépendants comme les strates d'une formation géologique. Il y a entre eux des relations étroites et leur différenciation est le résultat d'une évolution bien déterminée. Celle-ci est due à un complexe de processus physiques, chimiques et biologiques qui sont la résul-

(1) Les auteurs de langue anglaise préfèrent pour cela l'expression « matériel parental » à celle de roche-mère.

tante des différents facteurs de formation du sol au lieu considéré. L'ensemble de ces processus est désigné par le terme de « mode de pédogénèse ». Le sol évolue donc constamment et on a pu appeler la pédologie « la dynamique du sol ».

On a longtemps étudié le sol sur des échantillons : les seules mesures possibles étaient alors des mesures physiques et chimiques. On évaluait la biologie du sol par la numération des germes microbiens. L'étude du sol en place qui est une technique propre à la pédologie a révélé que le sol était un milieu vivant et que, à côté des mesures globales faites dans les laboratoires, il fallait faire aussi des mesures en place. Celles-ci révèlent chaque jour davantage que les phénomènes biologiques ont une importance considérable dans le sol. Celui-ci est au carrefour de la matière inerte et de la matière vivante et son étude permet d'établir des relations entre des faits apparemment très éloignés les uns des autres.

Longtemps les agronomes ont considéré le sol comme le simple support de leurs cultures, c'était, dans leur esprit, un milieu inerte dans lequel les racines pouvaient se développer, se fixer et trouver les aliments nécessaires à la plante. Les études des pédologues ont contribué à la révision de ce point de vue (2) et on sait maintenant que le sol a des lois de formation, réagit aux traitements qui lui sont appliqués, évolue avec une vitesse qui est souvent mesurable, et constitue donc un milieu vivant et organisé dont la connaissance est indispensable à la mise au point d'une agronomie perfectionnée.

B. — *Formation du sol.*

H. Jenny (1946) a proposé d'écrire l'équation générale de formation des sols sous la forme :

$$S = f\,(cl, c, r, p, t),$$

dans laquelle S est une quelconque des propriétés du sol qui sont considérées comme des variables liées entre elles ; cl représente le climat du lieu ; c la végétation et sa fréquence ; r la topographie ; p la roche-mère et t le temps.

(2) Ce fut en particulier en France l'œuvre de Demolon.

Cette définition a surtout servi à H. Jenny pour définir des séquences de sols qui lui permettent un arrangement des séries et des types de sol de la Californie. Pour nous elle a le mérite de mettre en relief les cinq principaux facteurs de formation du sol et c'est une base d'exposition parfaitement valable.

Ce n'est pas par hasard que H. Jenny a placé le climat en tête de ses facteurs. L'essor de la pédologie a été dû en grande partie à la découverte des auteurs russes que la nature du sol dans leur pays et en particulier en Russie Centrale où ils ont commencé à travailler, était d'abord liée au climat. En opposition à l'école française qui faisait de la « Géologie agricole » ou de l'« Agrogéologie », les Russes ont créé la « Pédologie » sur la base de la « zonalité des sols » qui sont répartis en Russie Centrale suivant des bandes peu sensibles à la nature de la roche-mère ; plus tard ils ont été amenés à retoucher cette notion et à la préciser d'abord en admettant l'influence de la végétation puis en reconnaissant qu'il existait aussi des sols azonaux dont les facteurs de formation principaux ne sont pas le climat ; il a fallu aussi faire intervenir la topographie pour expliquer certaines différences de détail et enfin le temps de formation, c'est-à-dire l'âge du sol.

Comment se forme un sol ? un matériau quelconque situé à la surface de l'écorce terrestre est soumis aux actions qui s'y manifestent : celles-ci, en dernière analyse, sont des échanges d'énergie : sur une surface ΔS il y a chaque année un bilan d'énergie ΔE qui est la cause exacte de la formation du sol. Par exemple une couche calcaire jurassique mise à nu par l'érosion va être soumise, à partir du temps $t = 0$ où les causes de cette érosion ont disparu, à l'action de ces variations d'énergie ou de leurs conséquences. Les variations de température, la pluie et les micro-organismes se relaient suivant le cycle annuel des saisons pour fractionner, déliter par dissolution, ou recouvrir d'un manteau organique la dalle calcaire originelle. Il se crée à la surface de celle-ci une couche peu épaisse encore qui n'est plus le calcaire pur et qui est déjà un sol réduit au mélange du résidu de l'eau de pluie et des sels dont son acidité a permis la dissolution, de quelques poussières éoliennes, des micro-organismes qui vivent déjà dans ce milieu aride de quelques micelles d'argile libérées par la dissolution du calcaire.

En fait cet ambryon de sol ne se réalise pas à la surface de la pierre mais dans les creux et dans les fentes et il s'étend peu à peu.

La roche-mère, c'est-à-dire la roche à partir de laquelle et sur laquelle se différencie un sol est donc soumise à des actions extérieures et le résultat de celles-ci constitue un résidu qui s'accumule. Ces actions extérieures sont pour la plupart des actions atmosphériques ou biologiques qui sont liées au climat qui est lui-même relié au temps écoulé suivant un cycle annuel.

Chaque cycle annuel laisse lui aussi un certain résidu et on est amené à considérer qu'un paramètre quelconque du sol est fonction du temps de deux manières différentes : 1° il est fonction de la date par rapport au cycle annuel ; 2° il est fonction de l'âge du sol, c'est-à-dire du temps cumulé ; certains paramètres ont des variations annuelles importantes (l'humidité, la structure, la teneur en sels, le pH) et des variations cumulées faibles (le pH, la teneur en minéraux lourds) ; certains autres ont des variations annuelles faibles (la teneur en argile, en CO^3Ca) et des variations cumulées qui peuvent être considérables.

Il est commode d'utiliser l'analogie mathématique suivante plus précise que celle de Jenny.

Un paramètre du sol S est considéré comme fonction du temps annuel en coordonnées polaires avec comme unité le jour : la représentation graphique de la variation annuelle de ce paramètre se fait sur un graphique polaire en prenant 1 j = 1° car un cycle annuel = 365 jours (très peu différent de 360 degrés).

Cette représentation est commode pour les paramètres qui varient beaucoup en fonction de la date. Il est évident que pour les autres il est plus commode de les considérer comme une fonction du temps dans un système de coordonnées cartésiennes.

Il sera possible de combiner ces deux modes de représentation pour représenter la variation d'un paramètre quelconque du sol par une courbe dans l'espace qui aura la forme d'une pseudo-hélice.

Remarquons encore que la roche-mère est l'état du sol au temps $t = 0$ et que si on représente un paramètre du sol par une fonction $S = f(t)$ la valeur de ce paramètre pour la roche-mère est $f(o)$.

L'analogie mathématique, qu'il serait dangereux et sans doute sans intérêt de pousser plus loin, nous a permis d'exposer assez facilement la façon dont le sol dépend du temps ; il est par contre beaucoup plus délicat d'aborder l'étude des autres facteurs principaux de formation du sol qui sont le climat, la végétation ou plus exactement les êtres vivants, et la topographie.

Le climat, comme le sol est lié au temps en ce sens qu'il y a des variations cycliques et annuelles des paramètres qui la définissent (température, vent, humidité, etc.) et que ces paramètres varient d'une année à l'autre (cycles climatiques), il arrive même à l'échelle du temps pédologique que le climat défini par ses moyennes varie et il existe des sols, dont une partie de la vie s'est écoulée sous un climat différent du climat actuel (cas de nombreux sols de couleur rouge des régions méditerranéennes).

On a créé un grand nombre d'indices climatiques pour représenter le climat d'un lieu par un seul nombre : la multiplication de ces indices est un signe de la difficulté du problème ; le sol dépend en fait des paramètres qui définissent le climat mais suivant le cas certains de ceux-ci ont un rôle prépondérant : il est possible de trouver un indice climatique qui utilise ces mêmes paramètres et on peut alors relier le sol ou un paramètre définissant le sol à un indice climatique.

Comment le climat détermine-t-il le sol ? en premier lieu par la quantité de pluie ou d'eau occulte que le sol reçoit de l'atmosphère sous réserve des actions thermiques qui règlent l'évaporation de cette eau soit par le sol, soit par les plantes qui le recouvrent. Ces mêmes phénomènes thermiques conditionnent d'ailleurs les phénomènes biologiques et le développement des êtres vivants associés au sol (plantes, animaux, micro-organismes).

Cette eau permet la mise en solution de certains constituants du sol et leur migration, soit vers le bas par lessivage, soit vers le haut par évaporation. Elle permet aussi la vie de

micro-organismes qui participent activement au chimisme du sol et de plantes évoluées qui sont une source de matières organiques ; l'activité vitale des racines contribue à la mise en solution de nombreux constituants du sol.

Les effets thermiques déterminent d'abord des phénomènes physiques (dessication, contraction, solifluxion, etc.). Ils règlent aussi la nature des phénomènes biologiques et surtout leur vitesse. C'est ainsi que dans les pays méditerranéens la saison humide correspond à une période de température moyenne et que le développement de la végétation y est intense.

Le vent joue parfois un grand rôle dans la formation des sols (érosion, accumulation) et dans la biologie des végétaux, et il y a bien d'autres facteurs du climat qui interviennent dans la formation des sols.

La multiplicité de ces actions et leur interdépendance rend très délicat l'interprétation du rôle de chacune d'entre elles, il n'en reste pas moins que l'on peut espérer approcher la connaissance de leur mode d'action avec une assez bonne approximation et qu'il est possible de relier certaines caractéristiques des sols à certains paramètres climatiques.

En particulier il est intéressant de déterminer comment un type de sol peut se réaliser en fonction d'un paramètre, et d'un indice climatique. Par exemple pour étudier les sols salés il serait important de déterminer la relation entre la profondeur de la nappe phréatique et un indice climatique tenant compte de la pluviométrie et de la température estivale et de préciser les conditions pour lesquelles le solontchak commence à se former à partir d'un sol alluvial dont les autres caractéristiques seraient constantes. La connaissance de cette loi permettrait de déterminer la profondeur d'un réseau de drainage destiné à éviter la formation de solontchaks en fonction du climat du lieu.

La nature de la roche-mère a depuis longtemps attiré l'attention des agronomes. En France depuis E. Risler (1931) l'influence de la lithologie sur la formation des sols a été particulièrement étudiée et ceci a peut-être ralenti le développement de la Pédologie dans notre pays. Il est vrai que

l'existence de cartes Géologiques précises permettait l'exploitation de résultats « agro-géologiques » dans des régions mises en cultures depuis fort longtemps.

La roche-mère gouverne l'évolution du sol par sa nature chimique par exemple : l'évolution d'un matériau riche en bases est différente de celle d'un matériau acide ; l'évolution d'un matériau pauvre en substances susceptibles de donner de l'argile est différente de celle d'un matériau à partir duquel l'argile se formera facilement, par exemple les schistes. La teneur en calcaire, en chlorure, en sulfate, joue un rôle considérable dans les matériaux des sols alluviaux.

La roche-mère a aussi un rôle important par ses caractères physiques. Parmi ceux-ci le principal est la perméabilité : perméabilité en petit qui conditionne le ressuyage du sol et perméabilité en grand qui détermine l'existence ou l'absence des nappes phréatiques.

L'âge du sol est un facteur qui est connu depuis longtemps, cf. Ph. Duchaufour 1952, mais il a été difficile à déterminer jusqu'à ces dernières années et de nombreux auteurs n'en tiennent peut-être pas assez compte. Les progrès de la Géomorphologie permettent maintenant de recouper par d'autres méthodes des conclusions d'ordre pédologique, et d'avoir un classement au moins relatif de l'âge des sols. Réciproquement d'ailleurs, l'étude du sol peut donner aux géomorphologues des renseignements sur la manière dont une surface a pu se former ou évoluer. L'étude des sols alluviaux et des sols qui se sont formés sur des niveaux de comblement quaternaire permet de préciser à partir de quelle durée un sol d'un certain type peut s'être formé. Les résultats de cette étude pourront être extrapolés aux régions limitrophes et il sera de plus en plus facile d'évaluer l'âge des sols.

Tous ces résultats permettent petit à petit de reconstituer les différents climats qui se sont succédés au cours des âges. En pratique les sols de l'Afrique du Nord que nous avons étudiés se sont formés pendant le Quaternaire et même pendant le Quaternaire supérieur. Il semble que le domaine de la Pédologie soit un intervalle d'une cinquantaine de milliers d'années. Les sols plus anciens ont évolué postérieurement et ne gardent pas souvent trace de leur évolution antérieure.

Mais il peut arriver que des formations très anciennes : cuirasses, carapaces, allios, argiles de décalcification, qui sont des formations pédologiques aient subsisté à la surface de la terre et leur étude sous l'angle pédologique peut être fructueuse.

Les deux derniers facteurs de formation du sol sont la végétation et la topographie, le rôle de la végétation est capital dans la formation d'un sol car elle est le siège de la fonction chlorophyllienne qui consiste en une transformation de l'énergie solaire en énergie chimique qui est la source, après dégradation de la matière vivante, des réactions qui se produisent dans le sol. C'est par ce détour que la végétation conditionne la vie de la plupart des micro-organismes et des animaux dont le rôle dans la formation du sol est très important (cf. J. Tricart, 1952-2).

Quant à la topographie il faut souligner que si elle favorise la formation de tel ou tel type de sol (lessivages obliques sur les pentes, accumulation d'humidité dans les bas-fonds, etc.), elle est souvent elle-même fonction du type de sol : c'est le domaine de la géomorphologie et son exploration n'est pas encore terminée.

Il faut souligner que les interactions de ces facteurs sont très nombreuses et qu'il n'est pas possible d'étudier le sol d'un seul point de vue. Les sols actuels ou récents qui ont évolué sous l'influence d'actions constantes et simples sont très rares et le plus souvent le pédologue étudie des sols anciens ayant subi des actions variées et successives ; par exemple un sol peut s'être formé sous un climat humide et chaud, avec une végétation forestière, puis avoir subi une phase de désertification (érosion éolienne, dégradation de la végétation) puis une période humide, puis une période sèche avec érosion hydrique, puis la mise en culture, etc... M. J. Tricart a parfaitement souligné ces interactions à propos de la morphologie des provinces méditerranéennes françaises (1952-1).

A toutes ces difficultés d'interprétation s'ajoutent des variations accidentelles et locales qui constituent autant d'« énigmes et de pièges de la Pédologie » (G. Plaisance, 1955).

La formation d'un sol est donc un phénomène complexe dont la définition présente quelques difficultés.

C. — *Définition du sol.*

Il existe de nombreuses définitions du sol : les unes sont courtes, ce sont des comparaisons et des boutades destinées à frapper les idées et à faire image : on a pu dire que « le sol est la peau de la terre » ou que « le sol est le domaine d'action des machines agricoles » et en repoussant le problème de la définition que « le sol est l'intersection de la lithosphère et de la biosphère ».

Les autres définitions sont plus sérieuses, mais en voulant être complets leurs auteurs ont accumulé les précisions : ce sont des définitions du type long ; la plus usuelle de celles-ci reste celle de Demolon (1944) : « Le sol est la formation natu-« relle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable « résultant de la transformation de la roche-mère sous-jacente « sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et « biologiques ».

En fait cette définition est encore elliptique car elle n'entre pas dans le détail des « divers processus physiques, chimiques et biologiques ». Certains composants du sol, les micro-organismes et les matières humiques dont le carbone provient de l'acide carbonique de l'air et l'hydrogène de l'eau atmosphérique ne résultent pas de la transformation de la roche-mère sous-jacente et un sol peut être en partie ou en totalité éolien ou colluvial.

D'autre part la structure a maintenant une définition différente et le caractère meuble n'est pas général puisque certains horizons du sol peuvent être consolidés et durcis. La notion de sol est donc extrêmement complexe et sa définition très délicate. Il est impossible d'en donner autre chose qu'une approximation, que l'on peut exprimer ainsi : « Le sol est la formation naturelle résultant de la transformation, du remaniement et de l'organisation de la partie superficielle de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie dont elle est le siège.

Mais le sol est un phénomène dont les paramètres sont définis par le profil dans une seule dimension ; en d'autres termes si le sol est considéré par les pédologues comme un phénomène naturel vertical, il varie cependant suivant la

surface du sol, c'est-à-dire que suivant deux lignes orthogonales de cette surface, chacun des paramètres qui définissent le sol peut varier (3); à ces variations peuvent s'ajouter des variations verticales. Comme il y a en théorie une multitude de paramètres qui définissent le sol on comprend qu'en fait il n'y a pas deux points du globe où les sols soient strictement identiques. Le pédologue est donc obligé de choisir lui-même des « espèces » que la Nature ne lui impose pas.

Le travail de base de la Pédologie est donc de définir et de cataloguer des « sols » comme il a été en Botanique ou en Minéralogie de définir et de cataloguer des plantes ou des minéraux. Il faut faire d'abord un travail d'échantillonnage et définir et caractériser des unités élémentaires groupant des profils ayant des caractères très voisins ou ne diffèrent que par des caractères accessoires qui peuvent être négligés.

Méthodes de la Pédologie

A. — *Les phases de la méthode pédologique.*

Le sol étant considéré comme un phénomène naturel le premier souci de celui qui l'étudie est de choisir avec discernement l'objet de son étude. Il faut donc implanter le profil. Celui-ci est alors préparé (4). Le pédologue observe et décrit soigneusement tous les caractères visibles des différents horizons du profil, il prélève alors des échantillons qui lui permettent de poursuivre ou de faire poursuivre l'étude de chaque horizon au laboratoire. Ces échantillons sont soumis à différents tests chimiques ou physiques, les résultats de ces mesures sont confrontés avec les faits observés sur le terrain et ceci permet au pédologue de préciser le rôle des différents facteurs qui ont contribué à la formation du sol. Il est alors possible de passer aux applications et en particulier de cartographier les sols.

(3) C'est pour cette raison que la cartographie des sols a une grande importance et pose des problèmes délicats.

(4) Si la coupe est une coupe naturelle ou faite par l'homme on la rafraîchit de manière à voir le sol dans son état normal, s'il n'y a pas de coupe naturelle il faut creuser un trou pour pouvoir en observer une.

En effet la cartographie d'un phénomène naturel est à la fois une méthode de vérification du diagnostic que l'on en a donné et une méthode de travail pour en préciser telle ou telle insuffisance ; d'autre part le sol n'a de valeur matérielle qu'en fonction de sa surface et l'étude de l'étendue que peut avoir tel ou tel type de sol défini est une des conditions essentielles de l'utilisation des résultats de son étude.

En résumé la méthode pédologique comporte cinq phases :

1) L'implantation du profil.
2) L'étude *in situ* : observation et description du profil.
3) L'étude au laboratoire des différents horizons.
4) L'essai d'explication de la formation du sol.
5) Les applications pratiques et en particulier la cartographie.

1) *L'implantation du profil.* — Le choix de l'objet à observer est essentiel en Pédologie comme dans toutes les sciences de la nature. Bien souvent malheureusement, les pédologues pressés observent des coupes « naturelles », c'est-à-dire des berges d'oueds ou de rivières érodées, ou artificielles : tranchées de route ou de voie ferrée dont la situation n'est pas toujours favorable (5). Quels sont les critères sur lesquels peut se baser le pédologue pour choisir l'emplacement du profil ? et d'abord à quelles conditions doit satisfaire cet emplacement ?

Le profil qui va être étudié doit être un profil bien représentatif du type de sol qui existe tout autour. Il est donc normal de chercher en surface des critères d'homogénéité par une zone de terrain afin d'étudier d'abord le type général quitte ensuite à étudier les variations latérales (6).

(5) Nous avons eu la possibilité de faire creuser des trous dans la zone que nous avons étudié et de choisir des profils le long des tranchées creusées au moment de la pose des réseaux de distribution des périmètres irrigables.

(6) Ces critères sont d'abord la végétation naturelle qui peut être détruite par les cultures puis la couleur du sol qui peut être masquée par ces mêmes cultures, enfin la topographie. Il existe bien d'autres critères utilisables, en particulier la structure de l'horizon superficiel, la présence ou l'absence de cailloux ou de débris de croûte calcaire, l'état d'humidité du sol, sa texture, la présence ou l'absence d'efflorescences salines : il est même possible d'utiliser des tests simples : teneur en calcaire appréciée grossièrement avec la bouteille d'acide chlorhydrique, résistivité du sol humide après une pluie, etc...

Dans la pratique courante de la Pédologie, les trois critères principaux du choix du profil restent la végétation, la couleur et la topographie, ils sont d'un grand intérêt pour la cartographie et l'étude des photographies aériennes facilite leur connaissance.

a) *La végétation.* — L'emplacement du profil doit être pris dans une zone de végétation uniforme, en pratique dans une surface recouverte par une association végétale bien définie (7). Une culture peut être un bon réactif du sol ou tout au moins des différences entre deux types de sols voisins (différences de couleur de la végétation, de maturité, de hauteur, etc.).

b) *La couleur du sol.* — C'est un critère immédiatement perceptible : deux sols de couleur différente sont au moins des stades différents d'un même sol, par contre lorsque sur une surface étudiée la couleur du sol est homogène à l'œil le sol n'est pas forcément le même partout (8). D'une façon générale la couleur du sol doit être homogène et sans transition brutale autour du profil, on peut alors penser que l'emplacement choisi correspond à un sol moyen.

c) *La topographie.* — Le pédologue utilise souvent les techniques géomorphologiques. En effet l'étude d'une plaine alluviale constituée par un mélange de terrasses fluviatiles, de cônes de déjections et de glacis d'accumulation ne peut se faire sans distinguer ces ensembles (cf. P. Langle, 1955). Dans le détail même du travail de terrain l'étude topographique se fait de deux manières différentes :

— Avec les cartes et les plans. La carte au 1/50.000 de l'I.G.N. est à une trop grande échelle pour être utilisable surtout en plaine, par contre les plans au 1/20.000 et au 1/10.000 sont extrêmement précieux et décèlent le moindre accident de terrain.

(7) Il y a lieu d'éviter les endroits où la végétation change et les limites entre les associations, car l'une de celle-ci peut être en voie d'installation, et en général toutes les zones où la végétation n'est pas homogène autour du profil.

(8) En particulier dans les sols de la terrasse récente du Chélif les transitions de couleurs sont peu visibles et sur le terrain il est difficile de distinguer des limites. Il est plus facile dans ces conditions de travailler en hiver qu'en été, après une pluie qu'après une période de sécheresse. L'emploi des jumelles qui, en rapprochant les plans, permet de mieux voir les contrastes de couleur est à conseiller.

— A *l'œil* en plaine la topographie est moins visible sur le terrain qu'avec un bon plan au 1/20.000 par exemple ; par contre l'usage d'une paire de jumelles ici aussi, en rapprochant les plans permet de distinguer les accidents du sol, les bosses dues à une nappe alluviale ayant recouvert un sol primitif, le bourrelet en bordure du lit majeur d'un oued, le changement de pente à la base d'un glacis d'accumulation, l'ancien cours d'oued effacé par les labours successifs, etc., dans la zone des terrasses anciennes ces accidents topographiques sont perceptibles à l'œil lorsqu'ils sont récents, mais il arrive aussi que d'anciens dénivellements de terrain qui correspondent à une limite pédologique même à l'heure actuelle ne soit décelable qu'à la lorgnette et de loin alors que sur place rien n'est visible.

Le profil doit être choisi dans une portion de surface ayant les caractères de son unité géomorphologique et bien représentative de celle-ci.

d) *La photographie aérienne.* — Elle met à notre disposition un document exceptionnel mais dont l'interprétation peut être délicate ; elle reste un moyen de travail irremplaçable pour la cartographie des sols (9). En ce qui concerne le choix de l'emplacement du profil, lorsque l'étude d'une zone commence à peine, le renseignement essentiel que donne la photographie concerne l'homogénéité de la tâche de sol que l'on étudie. Cette photographie a été prise à une date quelconque de l'année et les cultures et la végétation masquent en partie les différences de couleur qui pourraient caractériser les sols : nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier des photographies aériennes en couleur qui constitueraient le plus précieux des documents mis à la disposition du pédologue ; les exemplaires qui sont à notre disposition sont des photos en noir : leur interprétation reste souvent délicate avant l'étude de terrain ; par contre une fois celle-ci faite il est d'une grande facilité de pouvoir contrôler, au bureau, le travail de cartographie et même d'interprétation.

(9) On pourra consulter pour les techniques d'études des photographies aériennes, les ouvrages de Cayeux.

Des emplacements possibles du profil ayant été déterminés il faut faire le choix définitif en évitant le plus possible les transformations dues à l'homme : labours trop profonds, proximité d'une piste, traces d'anciennes habitations, etc., etc... Enfin quelques autres critères dont nous avons donné des exemples plus haut permettent de préciser encore ce choix. En pratique il arrive souvent que le pédologue dans un premier stade de son travail se contente en l'absence de moyens matériels, d'étudier les coupes naturelles ou artificielles qu'il rencontre. Il est indispensable dans une étude détaillée de tenir compte aussi peu que possible de ces profils, par contre à ce même stade l'étude de ceux-ci permet un contrôle du choix du profil et l'observation des variations latérales d'un sol peut être riche d'enseignements. (On consultera avec profit l'étude de G. Plaisance (1955) qui met en garde contre de nombreuses causes d'erreurs dues à un choix trop hâtif d'un profil).

2) *L'étude* in situ *du profil.* — Une fois le profil choisi et préparé suivant les techniques décrites plus loin, son observation doit être poursuivie suivant une certaine méthode. Il est à notre avis nécessaire et nous l'avons fait chaque fois que a été possible, que le pédologue achève lui-même le décapage au couteau du profil ; c'est une légère perte de temps mais ce contact manuel, qui demande parfois un effort physique, donne une première connaissance non raisonnée mais précieuse du sol et de ses différents horizons. Pendant ce travail l'esprit se concentre sur l'objet à étudier et se libère des souvenirs récents et des idées peut-être préconçues.

Une fois le profil bien décapé, le pédologue distingue les différents horizons de celui-ci et si les horizons n'apparaissent pas nettement (c'est le cas pour les alluvions) il est utile de distinguer des horizons arbitraires (de 20 cm. d'épaisseur le plus souvent) dont les échantillons seront soumis à l'analyse (les résultats de celle-ci montrent presque toujours une répartition des sels solubles, des sulfates et des carbonates qui n'est pas due au hasard), la distinction entre les horizons pourra être matérialisée par des entailles au couteau faites sur le bord du profil.

Le pédologue fait alors les tests chimiques et physiques qu'il juge utile (cf. plus loin les techniques pédologiques), il obtient ainsi un certain nombre de renseignements sur la granulométrie, la teneur en calcaire, en Cl ou en sulfate, le pH, la couleur de chaque horizon. Il est alors possible de décrire le profil [10].

Une fois le profil décrit, le pédologue peut s'essayer à une détermination provisoire du sol ; très souvent en cours de prospection, celui-ci est un sol déjà connu ou un type de sol d'une série déjà définie. En cours de reconnaissance au contraire cet essai de détermination doit être très prudent, c'est alors une simple hypothèse de travail qui permet de rechercher les caractères non apparents du sol (inclusions, microstructures, efflorescences sur les parois sèches des profils, horizons plus profonds que l'on peut atteindre à la sonde [11], etc.).

L'étude du profil achevée, il est alors possible de prélever des échantillons qui seront soumis à l'analyse.

3) *L'étude au laboratoire.* — Celle-ci est double : le pédologue peut continuer ses observations sur les échantillons qu'il a prélevé et refaire ses descriptions par référence à des échantillons-types. Il peut aussi étudier ses terres à la loupe binoculaire pour préciser la nature des inclusions ou la structure microscopique.

Par ailleurs les échantillons sont soumis à l'analyse physique, chimique ou même bactériologique suivant des techniques précises. Une méthode rentable est de faire d'abord certaines déterminations simples : matières organiques, pH,

(10) Nous utilisons pour cela les carnets de la Section de Pédologie du S.C.H. qui constituent un bon aide-mémoire. La nomenclature et les conventions que nous employons sont celles de la Section de Pédologie du S.C.H. (cf. plus loin les techniques pédologiques) (J.H. Durand, 1954).

(11) On ne saurait trop insister sur l'importance capitale de l'étude *in situ* du profil. Les pédologues techniciens, et l'auteur en fait partie, ont tendance à multiplier les profils observés au lieu de multiplier les observations sur un même profil : c'est un défaut grave qui est en fin de compte l'occasion d'une perte de temps importante. C'est ainsi qu'une étude trop superficielle nous a longtemps fait ignorer l'existence de certaines variétés de sols tandis que le travail à la sonde, imposé d'ailleurs par les circonstances a été la cause de confusions dans l'étude des sols salés de la plaine d'Inkermann, au cours de nos premières prospections.

chlorures, calcaires, sulfates (12), granulométrie. Par la suite des analyses plus complètes : complexe absorbant, fer, sels solubles, etc., peuvent être demandées.

4) *L'essai d'explication.* — Lorsque le laboratoire a fait son travail d'analyse, le pédologue se trouve en possession de trois sortes de renseignements : I) la localisation du profil, II) sa description, III) les résultats analytiques.

Il faut alors essayer de replacer le sol qu'il a étudié dans son contexte et de déterminer les facteurs de formation du sol. Ce travail doit lui permettre de définir le sol et la série à laquelle il appartient, de déterminer quelques caractères simples et facilement déterminables qui permettront de reconnaître ce sol dans le cadre régional, et de préciser les processus qui lui ont donné naissance. Ce travail a pour but, de mettre en évidence des unités cartographiables et classables, de donner les moyens rapides de les reconnaître sur le plan local et de prévoir l'évolution du sol sous l'effet des traitements qui pourront lui être appliqués (13).

Cet essai de synthèse des différents éléments d'information recuillis par le pédologue présente quelques difficultés. Il est rare en effet d'étudier un sol dont on possède des renseignements complets : la plupart du temps nous ignorons la végétation naturelle qui recouvrirait le sol si l'homme n'intervenait pas et qui a existé au moment où il s'est formé, nous ignorons l'âge du sol et même si nous savons celui-ci, nos connaissances sur la paléoclimatologie sont assez réduites. Nous ignorons aussi bien souvent si le sol s'est formé sur place ou si des apports colluviaux et éoliens ont contribué à sa formation, ou au contraire s'il a été érodé. D'autre part nous ne possédons qu'un certain nombre de caractères et de déterminations. Bref avec une collection assez limitée de faits nous devons essayer de reconstituer l'histoire du sol et les processus qui lui ont

(12) Le dosage des sulfates négligé jusqu'ici dans les analyses courantes devrait être systématique dans les sols d'Afrique du Nord puisque les sulfates ont une solubilité intermédiaire entre celle des chlorures et celle des carbonates.

(13) Dans le cas des études poursuivies par l'Auteur, il s'agit de l'irrigation mais l'étude pédologique peut toujours avoir un but pratique : assiette de l'impôt, évolution de sols sous forêts (Landes), restauration des sols, etc...

donné naissance, de définir son état actuel et ses relations avec son environnement, et d'en acquérir une connaissance telle que le portrait que nous en donnons soit reconnaissable et permette de présumer de ses réactions futures.

Pour arriver à cela il faut tenir compte des faits existants, les relier entre eux, trouver une explication et vérifier celle-ci (14).

5) *Application pratique et cartographique.* — Une fois le sol défini (série de sol et type local de sol) il est possible de le cartographier grâce aux caractères simples qui peuvent servir à le distinguer *localement* des autres séries ou types locaux de sol (15). On utilise alors la couleur, la texture, la teneur en calcaire de l'horizon superficiel, la végétation, l'apparence claire ou foncée sur photo aérienne, la morphologie, etc...

Cette cartographie permet de localiser l'extension du sol étudié et de déterminer les zones où il se trouve. Partout où ce sol existera, les conclusions des études agrologiques faites sur une parcelle constituée par ce même sol seront valables (16). Il est évident que le travail de cartographie du sol revient au pédologue qui a fait toute l'étude, qui connaît le terrain et a déjà abordé ce travail dans la phase d'implantation des profils. Ce qu'il sait aussi des grandes lignes du sol qu'il a défini lui permet de donner des indications sur les meilleurs modes de mise en valeur et sur les cultures à pratiquer, c'est-à-dire sur les vocations culturales du sol. Mais par contre

(14) Par exemple, dans la plaine d'Affreville où nous avons défini la série de sols d'Aïn Sultan. En bordure un profil s'avère différent de ceux des sols de cette série. Le lessivage du calcaire y est moins intense, une accumulation de gypse a lieu dans les horizons profonds, la teneur en argile est plus élevée, etc... Le sol a évolué dans des conditions différentes ; or sa situation géologique est telle qu'il a le même âge que les sols de la série précédemment définie ; par contre les conditions de formation du sol et celles de son évolution sont différentes car la géomorphologie indique que ce sol est situé dans une zone d'épandage d'un ancien cours du Chélif visible par photographie aérienne et ce fait explique les caractères particuliers de ce profil qui appartient à une série différente.

(15) Dans l'étude des sols du Chélif la distinction des séries a été faite en cours de prospection mais les séries ont été regroupées en unités cartographiques pour la rédaction des cartes au 1/50.000e (ces unités ont le plus souvent la valeur des familles ou de sous-groupes).

(16) Par exemple si on constate que la culture du riz est possible et rentable moyennant certains apports d'engrais, un certain assolement et l'emploi d'une certaine variété de riz sur le sol de la série de Bled Tahria, les mêmes conclusions seront valables dans toute la zone où existe ce même sol,

le détail du système agronomique par lequel la mise en valeur du sol sera la meilleure, compte tenu des conditions économiques et sociales lui échappe totalement (17).

B. — *Les résultats de l'étude pédologique.*

L'étude des sols menée suivant la méthode qui vient d'être décrite permet de caractériser les sols, de les classer, de les cartographier.

a) *Caractérisation des sols.* — Il est très rare que deux profils de sols soient rigoureusement identiques (18), mais il est le plus souvent possible de grouper plusieurs profils ayant des caractères voisins pour créer des abstractions qui sont les différentes unités de la classification des sols, on étudie ensuite la répartition en l'indiquant sur une carte. Le travail de base d'une étude pédologique est donc la caractérisation des sols.

Suivant le but de l'étude on s'attachera à caractériser des unités différentes de la classification. Pour les études détaillées au 1/10.000 et au 1/20.000 il est nécessaire de définir les sols par la granulométrie de l'horizon de surface qui constitue l'ultime critère de la classification. Pour les cartes au 1/200.000 et au 1/500.000 il suffit de cartographier les types et les sous-types, c'est-à-dire les unités qui sont appelées groupes et sous-groupes dans la classification française.

Il est plus délicat de lever des cartes au 1/50.000. Les notions de types et de sous-types sont trop vagues pour les sols des plaines alluviales et l'emploi des séries et des types locaux obligerait à créer une multitude d'unités dont la représentation cartographique serait pratiquement impossible (19).

(17) C'est le rôle de l'agronome de les définir, aidé en ce qui concerne le sol par l'agrologue, comme il doit être aidé par le machiniste agricole pour les machines, ou par le généticien pour le choix des meilleures variétés à cultiver.

(18) Il est encore plus rare que les résultats des analyses qui nous servent à chiffrer leurs propriétés soient eux aussi identiques, aux erreurs près. En toute rigueur, chaque profil étudié a donc une individualité.

(19) Dans les cartes de sols des plaines du Chélif, nous avons distingué des unités cartographiques qui ont été repérées par un numéro d'ordre. Ces unités correspondent le plus souvent à la notion de famille, de séries (ou variétés). Mais pour certains sols, par exemple, les sols hydromorphes, qui représentent des surfaces relativement faibles et dont la valeur agricole n'est pas grande, c'est la notion de sous-groupe qui a servi de base à la cartographie.

b) *Classification des sols.* — En pratique les pédologues se séparent en deux tendances. Les uns, héritiers des vieux concepts de l'« Agrologie » classent et définissent les sols à l'aide d'un à plusieurs critères *subordonnés*. Les autres pensent qu'un sol comme une espèce biologique, ne peut se définir que par un *ensemble de caractères indissolublement* liés et non *hiérarchisés* (20). Certes il est nécessaire, nous l'avons déjà souligné, de créer des abstractions et de négliger de nombreuses variabilités secondaires pour ne considérer qu'un archétype, mais si le choix de celui-ci n'est pas toujours facile, il n'en reste pas moins que cette schématisation est nécessaire. Il est alors possible, à partir de cette unité qu'est le sol de créer des unités d'ordre supérieur et de les classer.

Il n'existe pas encore de classification internationale (21) des sols (22). En France la classification qui s'impose actuellement est la suivante : les sols sont divisés en ordres et en sous-ordres suivant le chimisme qui domine leur évolution (tout au moins pour les sous-ordres). Exemple : les sols halomorphes sont des sols dont l'évolution a été déterminée par la présence de sels halogénés.

Les sous-ordres sont divisés en groupes et en sous-groupes. Ces termes équivalent aux termes classiques : types et soustypes de sols tels qu'ils ont été définis dès 1879 par Dokoutchaev (Kubiena, 1953, p. 19).

C'est la traduction du terme anglais « Great soil groupe ».

Le type ou le groupe de sols correspond aux grands modes d'évolution des sols, c'est-à-dire à un complexe de processus physiques, chimiques et biologiques qui déterminent en un point donné de la surface de la terre l'existence d'un sol dont le profil possède une organisation bien déterminée (23).

(20) Le II[e] Congrès de la Science du sol à Paris (1956) a consacré le triomphe de cette dernière tendance.

(21) Voir cependant la carte des sols du monde de I. P. Guerassimov (1956) dressée avec la collaboration de nombreux auteurs.

(22) Bien plus les mêmes mots désignent souvent des unités qui n'ont pas la même valeur, tandis que des mots différents désignent parfois des unités identiques.

(23) Par exemple dans le sous-ordre des sols hydromorphes le groupe des tirs correspond à des sols dont l'engorgement par l'eau se fait dans tout le profil et pendant une période assez longue de l'année ; l'hiver des pays méditerranéens.

Les sous-groupes rassemblent des familles ou variétés. Celles-ci sont des unités qui réunissent des séries de sols. Enfin les séries sont divisées en types locaux (soil Type) (24).

La notion de famille ou de variété est une notion intermédiaire entre celle de sous-groupe et celle de série. Elle permet de préciser le mode d'évolution du sol et de grouper de nombreuses séries qu'il n'est intéressant de distinguer que pour des études de détail (25).

Le rôle de la Pédologie

A. — *Pédologie et Science du sol.*

Après avoir précisé l'esprit dans lequel s'est développé la Pédologie, les notions de base qui ont été dégagées par les pédologues et les méthodes qu'ils emploient, il faut indiquer quelles sont les limites de leur domaine.

Le mot de Pédologie, dont l'emploi est assez récent (26) n'a qu'un sens relativement vague et chacun lui donne le contenu qu'il veut.

Il peut avoir un sens très large et désigner la science dont l'objet est le sol, il peut avoir un sens très restreint et désigner la branche de la science du sol qui étudie celui-ci du point de vue de sa formation et de son évolution naturelle à l'aide de techniques parmi lesquelles l'étude de la morphologie du profil tient une place prépondérante. C'est un peu

(24) Deux sols appartiennent à deux Types locaux différents lorsque la granulométrie de l'horizon de surface est différente. On parlera par exemple d'un premier Type local argilo-limoneux et d'un deuxième limoneux. Deux sols appartiennent à deux séries différentes lorsque la nature de la roche-mère est différente, le profil étant le même par ailleurs.

(25) H. Jenny (1946) précise qu'il existe des milliers de séries définies aux U.S.A. Dans le Chélif, il aurait été nécessaire d'en distinguer plusieurs centaines ; il était impossible de les cartographier au 1/50.000. La notion la plus commode à manier est celle de famille ou de variété, tout au moins dans les grandes plaines alluviales. Mais la classification des sols n'est pas encore suffisamment détaillée en France pour que ces familles soient déjà définies. Il ne nous a donc pas été possible d'employer réellement cette notion pour cette étude, bien que nous soyons convaincu que la définition de famille de sols est actuellement le travail le plus utile à faire pour qu'un inventaire des sols soit rapidement dressé (J. Boulaine, 1955).

(26) Il y a eu vers les années 1900 un Congrès de « Pédologie » à Bruxelles qui était consacré à la Pédiatrie.

ce qui ressort d'un état de fait plus que de définitions officielles ou acceptées de tout le monde, en France tout au moins (27). Ceci provient d'une évolution de nos idées en ce qui concerne le sol et d'un héritage historique dont nous avons déjà parlé. L'étude du sol a d'abord été abordée par des techniciens et par des chimistes puis par des géologues et ce n'est que très tard, à la suite des travaux russes et américains que l'étude du sol a été entreprise d'un point de vue plus naturaliste. Toute nouveauté entraîne des critiques ou des enthousiasmes et il est nécessaire de délimiter le domaine propre de la Pédologie et de préciser les relations entre celle-ci et les autres formes de la science du sol.

La Science du sol se subdivise en de nombreuses spécialités : la Chimie du sol, l'Agrologie, l'Agrogéologie, l'Agriculture « générale » même sont les divers noms sous lesquels les élèves des grandes écoles d'Agriculture ont pris contact avec elle au cours de leurs études. D'autres sciences consacrent au sol certains de leurs chapitres, et on parle de microbiologie du sol, de physique des sols, de mécanique des sols, etc. (28).

Pour M. Duchaufour (1952, p. 72) : « La Pédologie étudie « l'évolution des sols, en s'appuyant sur la comparaison des « propriétés physique et chimiques des différents niveaux ou « *horizons* des sol ; c'est donc une science distincte de la « physique et de la chimie du sol, mais elle s'appuie sur leurs « données ». Le fait que les pédologues étudient le sol horizon par horizon est un de ceux qui les distinguent le plus

(27) En effet, les personnes qui étudient le sol à quelque point de vue que ce soit sont groupées dans une « Association Française pour l'étude du sol » et il n'y a pas de « Société Pédologique de France » comme cela existe pour la Géologie ou la Botanique. De même le traité fondamental que possèdent tous ceux qui étudient le sol est *La Dynamique des Sols* de A. Demolon (1944) et le *Traité de Pédologie* de M. H. Erhart (1935) fait figure de traité spécialisé.

(28) Ces derniers aspects de la science du sol sont plutôt des spécialités utiles et nécessaires à la meilleure connaissance des sols qui doivent être pratiquées, en particulier lorsqu'un groupe de chercheurs étudie un problème en équipe ; elles ne prétendent pas arriver à une connaissance du sol suffisante en soi. Il en est tout autrement de l'opposition entre Agrologie et Pédologie, ces deux vocables étant parfois les étendards de deux groupes de spécialistes qui prétendent arriver à une connaissance du « sol » relativement complète et permettent tout au moins, ce qui est notre but en dernière analyse, de passer aux applications et de contribuer ainsi à la lutte pour la vie que reste l'agriculture. Il y a là une apparence de conflit, ou tout au moins des tendances opposées entre lesquelles la limite existe peut-être, bien qu'elle n'ait jamais été précisée.

des agrologues pour lesquels ils n'est besoin que de distinguer le « sol » et le « sous-sol ». Les instructions et les imprimés à en-tête du Ministère de l'Agriculture reproduits dans le livre de A. Demolon (1944, p. 367) traduisent bien l'ignorance officielle du sol — phénomène naturel, et la persistance de la vieille distinction en « sol arable » et « sous-sol ». Cette opposition peu importante en elle-même, entre les manières dont pédologues et agronomes découpent en tranches l'objet de leurs études traduit une différence de point de vue parfaitement compréhensible (29).

L'Agrologie est la branche de la science du sol dont l'objet est l'étude du sol en vue de son utilisation agricole (30).

Dans la préface de l'édition de 1931 de la *Géologie Agricole* de R. Risler, M. Hitier écrit que « Eugène Risler avait acquis « cette conviction que du moment que l'on sait d'où la terre « vient, on est bien près de savoir ce qu'elle est » (E. Risler, 1931). Or c'est justement le but de la Pédologie de *comprendre* la formation du sol et de définir les conditions de la Pédogénèse. Pour y parvenir il faut considérer le sol comme une formation naturelle et l'étudier d'abord sous son aspect naturel en considérant sa morphologie, premier pas dans l'étude et dans l'explication des processus physiques, chimiques et biologiques qui ont contribué à le former. Cette méthode oblige à *définir* le sol qui est considéré comme une entité, comme

(29) L'agrologue, l'éthymologie du mot s'accorde avec la réalité, s'occupe des terres cultivées ; c'est le plus souvent un technicien qui est en rapport avec une clientèle : celle-ci lui pose généralement des questions simples en apparence relatives à l'utilisation du sol. Il s'agit sur un échantillon plus ou moins bien prélevé, de déterminer par une analyse l'engrais à mettre ou le traitement cultural à appliquer ; le technicien étant rarement capable de se rendre sur place, n'en ayant pas le temps d'ailleurs ni la possibilité financière puisqu'il travaille pour des particuliers qui acceptent bien à la rigueur de payer pour une analyse mais certes pas le déplacement, d'ailleurs onéreux du spécialiste. C'est ainsi que, comme l'a souligné A. Demolon (1944, préface) : « Sur certains points, comme l'analyse chimique des sols agri- « coles, un effort analytique considérable n'a abouti qu'à des résultats « partiels souvent insuffisants ; cela tient à ce qu'on a négligé pour des « préoccupations immédiatement utilitaires les études susceptibles de conduite « à l'intelligence des phénomènes propres au milieu ».

(30) Pratiquement le but de l'Agrologie consiste souvent dans la *mesure* de certains paramètres du sol : richesse en éléments fertilisants (N.P.K.), teneur en éléments nocifs (Cl), coefficients définissant physiquement le sol, perméabilité, texture, etc... Au fond l'agrologue se contente souvent de mesurer le sol puisque les mesures qu'il obtient lui permettent de répondre aux questions qui lui sont posées.

un individu comparable, toutes proportions gardées, avec l'espèce végétale ou animale. Mais de même que la description d'une plante à l'aide de quelques caractères (nombre d'étamines et disposition de la fleur, forme des feuilles, présence ou absence de pièces particulières, sépales, ligules, poils, etc...) permet de définir une espèce bien déterminée et d'impliquer dans cette définition relativement courte, puisqu'en définitive elle est résumée en deux mots latins, toutes les autres propriétés et qualités de cette espèce, de même la définition d'un sol à l'aide de caractères peu nombreux, et la dénomination qui résume ces caractères implique l'identité des autres propriétés et qualités (31).

Mais il faut immédiatement signaler un caractère qui différencie la Pédologie de la Botanique ou de la Zoologie et qui lui est propre. Les sols ne sont pas des individus isolés et limités dont l'échantillonnage est relativement facile comme le sont les plantes et les animaux, les sols ne résultent pas, comme ceux-ci d'une naissance à laquelle préside le mélange rigoureux des chromosomes des deux parents et qui entraine la fixité des espèces tout au moins à l'échelle humaine. Le sol au contraire est une réalité essentiellement variable, déterminé par des facteurs très nombreux et très variables eux-mêmes ; de plus c'est un « phénomène » qui n'existe pas sous forme d'individus mais qui a au contraire une extension dans l'espace. Un des caractères principaux de la Pédologie est qu'elle permet et qu'elle exige une cartographie très poussée, c'est un des caractères qui rend les études pédologiques utiles à l'ingénieur (32).

(31) M. W. Kubiena dans la préface et l'introduction de son livre *The soils of Europe* (1953) a parfaitement mis en lumière la nécessité de placer à la base de la science du sol : « A firm basis fon the correlation of the « most diverse observations, results and experiences with particular soils » et, pour cet auteur, la Pédologie considérée comme science systématique est la base indispensable des travaux consacrés au sol, de même que la botanique systématique constitue les solides fondations sur lesquelles peuvent s'élever la génétique et la physiologie végétale, la phytosociologie et la géographie botanique.

(32) En effet la cartographie pédologique est d'une bien plus grande précision que la cartographie agrologique : la première tient compte de la découverte des relations entre le type de sol et les causes qui ont présidé à sa formation : géologie, topographie ; ainsi que des caractères visibles du sol : couleur, structure, etc., la seconde ne peut que faire l'interpolation entre les points où ont été prélevé des échantillons soumis à l'analyse.

Ainsi donc les méthodes pédologiques permettent une grande économie de moyens dans l'étude d'une région, les cartes qui sont dressées grâce à elle sont plus précises et la notion de type de sol qu'elles conduisent à dégager permet d'entrevoir tous les aspects du problème sans risquer d'en oublier une partie ; elles amènent enfin à prévoir dans une certaine mesure l'avenir (33).

Au contraire à l'échelle de l'expérimentation agricole ou de l'exploitation parcelle par parcelle, il semble que les méthodes agrologiques soient plus utiles (34).

La place de la Pédologie dans la science du sol est donc parfaitement délimitée. La Pédologie définit des types de sols dont elle essaye de préciser la genèse en mettant en évidence les relations du sol avec le milieu dans lequel il a pris naissance, avec les variations ultérieures de ce milieu, avec les matériaux et les organismes qui ont pris part à sa constitution ; elle tente d'élucider les processus physiques, chimiques et biologiques qui ont conduit à l'organisation et à la nature des constituants du sol tels qu'ils sont observables actuellement. La résolution de ces problèmes est facilitée par la cartographie des sols qu'elle permet à son tour d'effectuer dans des conditions particulièrement favorables.

B. — *Pédologie et Science de la nature.*

Jusqu'à ces dernières années, le sol était étudié indépendamment de son contexte. Certes E. Risler avait orienté la science du sol vers l'étude des roches-mères, mais il était rare que les travaux concernant les sols tiennent compte de la morphologie et de l'âge de la surface. Les botanistes de leur

(33) Ces méthodes sont donc particulièrement utiles à l'ingénieur hydraulicien qui met sur pied un projet d'irrigation : elles sont en effet adaptées à ses besoins qui sont de savoir quelles sont les terres à cultiver, quels sont les débits à prévoir et quelles sont les précautions à prendre pour que les sols ne se dégradent pas.

(34) Cependant même dans l'expérimentation il arrive que les méthodes pédologiques puissent être utiles ; c'est grâce à elle en particulier que nous avons pu repérer la formation d'un horizon réducteur dans le sol des rizières du bas Chélif.

côté avaient insisté sur les relations qui existent entre le sol et la végétation naturelle qui le couvrait au moment où il s'est formé.

La tendance actuelle de la Pédologie est de tenir compte de plus en plus du complexe géomorphologique et biologique dans lequel le sol s'est formé. Les pédologues ont d'autre part toujours mis l'accent sur l'importance du climat et des conditions locales qui déterminent l'évolution physico-chimique du sol (engorgement par l'eau, présence de sel, etc.).

L'étude du sol tend de plus en plus à devenir une étude très complète des conditions de son gisement et de son évolution (35). Dans les plaines alluviales que nous avons étudiées il apparaît immédiatement, même aux yeux des profanes, que l'âge et la topographie conditionnent le plus souvent la formation du sol. C'est ainsi qu'il est facile de constater que les sols rouges se trouvent toujours sur les surfaces surélevées de la bordure des plaines ou que les sols salés se trouvent toujours dans les bas-fonds. Il est beaucoup plus difficile de relier la formation des sols à la végétation (36).

Si la Pédologie a eu besoin jusqu'à présent de faire appel à des techniques relevant des autres sciences de la nature, il apparaît de plus en plus qu'elle peut à son tour apporter une contribution à ces mêmes sciences (37). La Géologie du Qua-

(35) Il revient à M. G. Gaucher d'avoir été l'un des premier à attirer l'attention des spécialistes du sol sur l'intérêt de la Géologie du Quaternaire (G. Gaucher, 1938).

(36) Nous avons été amené à ne pas tenir compte de la végétation actuelle dans l'étude des sols, bien que nous ayons eu de nombreux contacts avec des botanistes. On peut d'ailleurs se demander s'il n'est pas préférable que le pédologue et le phytosociologue travaillent chacun de leur côté, quitte à comparer leurs résultats pour arriver à une meilleure connaissance du milieu écologique.

(37) Dans l'étude des sols des plaines du Chélif, en Algérie, nous avons été amené à préciser les conditions de sédimentation, les remaniements éoliens, l'écoulement plus ou moins ralenti des eaux, les actions successives des divers climats qui se sont remplacés au cours du Quaternaire. Il faut constater qu'une des conclusions auxquelles nous sommes arrivés par ces méthodes est l'hypothèse de la formation de la plupart des carapaces calcaires sous l'action de la végétation et que cette conclusion ne provient pas d'un essai de reconstitution de la végétation primitive mais qu'elle ne fait appel qu'à des observations portant sur la morphologie des inclusions calcaires du sol et sur leur localisation. Ceci est d'ailleurs un exemple des relations qui peuvent exister entre la Pédologie et les autres sciences de la nature.

ternaire, la Géomorphologie, la Phytosociologie, l'Archéologie, la Paléoclimatologie font de plus en plus appel, ne serait-ce qu'à titre de vérifications, aux méthodes et aux techniques de la Pédologie. Nous avons donné quelques exemples de l'utilisation réciproque des méthodes de certaines de ces sciences (J. Boulaine, 1956). Ceci est d'ailleurs naturel puisqu'il s'agit de différents aspects de l'étude des phénomènes qui se produisent à la surface de la terre.

La Pédologie apparaît donc comme une science indépendante dont les relations avec les autres manières d'aborder l'étude des phénomènes naturels sont parfaitement limitées.

***

BIBLIOGRAPHIE

Kubiena W. L. (1952). — *Claves sistematicas de suelos.* Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Madrid.

Jenny H. (1946). — Arrangement de séries et de types de sols d'après les formations des facteurs de formations des sols. *Soil Science,* May.

Risler E. (1931). — *Géologie agricole.* Paris.

Duchaufour Ph. (1952). — *Pédologie,* C.D.U., Paris V^e^.

Tricard J. (1952). — *Cinquantième anniversaire du Laboratoire de Géographie.* Rennes.

Tricart J. (1952). — Paléoclimats quaternaires et morphologie climatique dans le Midi méditerranéen. *Eiszeitalter und Gegenwart.* Band. 2, p. 172-188. Oehringen Württ.

Demolon A. (1944). — *La dynamique du sol.* Masson, Paris.

Langle P. (1955. — Sur l'application des études morphologiques pour la prospection des sols. *Société Sc. Nat. et Ph. du Maroc. Travaux de la Section de Pédologie,* t. 8 et 9. Rabat.

Plaisance G. (1955). — Enigmes et pièges de la Pédologie. *Rev. Forest. Franç.,* N° 13.

Durand J. H. (1954). — *Les sols d'Algérie.* S.C.H., S.E.S., Birmandreïs.

Boulaine J. (1956). — Remarques sur l'utilisation réciproque des méthodes de la Géomorphologie, de la Géologie et de la Pédologie. *Sixième Congrès de la Science du sol*, vol. E, commission V, p. 129. Paris.

Erhart H. (1935). — *Traité de Pédologie*. Strasbourg.

Gaucher G. (1938). — Réflexions sur la Géologie du Quaternaire. Communication à la réunion mensuelle d'avril 1938 des anciens élèves de l'Institut Agricole d'Algérie. *L'Agria*, N°s 66 et 67.

Observations sur les Gazelles fossiles du Pléistocène supérieur (1) de l'Afrique du Nord

par C. Arambourg

L'examen récent de la faune fossile extraite des grottes d'Hercule, aux environs de Tanger, par la Mission archéologique américaine, et dont MM. Hencken et Bruce Howe ont bien voulu me confier l'étude, m'a amené à entreprendre une révision sommaire de certains groupes, et en particulier de celui des Gazelles du Pléistocène supérieur, abondamment représenté dans le gisement. J'ai pu utiliser également : les matériaux de la grotte de Kifan Bel Gomari conservés au Musée d'Oran et en partie inédits ; les types décrits par Pomel et conservés dans les collections du Laboratoire de Géologie de l'Université d'Alger ; une collection provenant des fouilles de Bourguignat dans la grotte du Dj. Thaya et qui appartient au Muséum ; les matériaux de la grotte de Taforalt au Maroc, dont l'Abbé Roche m'a confié l'examen, ainsi que divers spécimens provenant des fouilles de Ruhlmann aux environs de Rabat ; et enfin les matériaux, encore inédits, recueillis par moi-même dans divers gisements des environs d'Alger. Tous

(1) J'admets, pour la classification du Pléistocène de l'Afrique du Nord, les subdivisions et les équivalences ci-dessous ; la coupe passant par Sidi Abd-er-Rahmane (Casablanca) a été prise pour type du Quaternaire littoral nord-africain.

Divisions	Phénomènes	Dépôts des plages soulevées	Dépôts continentaux africains	Coupe par Sidi Abd-er-Rahmane (Casablanca)	Industries	Equivalents européens
Pléistocène supérieur	4e Pluvial	Tyrrhénien II	Gamblien	Couches rouges Plage inférieure	Paléolithique supérieur Levalloiso-atérien	Würm
Pléistocène moyen	3e Pluvial	Tyrrhénien I	Kanjérien	Petite dune C Plage en grot G	Acheuléen	Riss
	2e Pluvial	Sicilien	Kamasien	Grande dune H Lumachelle J		Mindel
Pléistocène inférieur	1er Pluvial	Calabrien	Kaguérien (= Villafranchien II) Villafranchien I	Hautes-terrasses marines	Clacto-Abbevillien Pebble Culture	Gunz

Classification du Pléistocène d'Afrique.

les matériaux étudiés sont chronologiquement à peu près contemporains et appartiennent aux dépôts du dernier pluvial africain équivalents des remplissages würmiens de nos gisements européens (voir tableau ci-dessous).

Je remercie MM. Bruce Howe et Hencken de m'avoir confié le matériel des grottes d'Hercule — dont l'important appoint m'a décidé à entreprendre cette révision — ainsi que M. l'Abbé Roche et M. le Conservateur du Musée d'Oran grâce à qui j'ai pu compléter ma documentation.

Le groupe des Gazelles actuellement vivantes en Afrique du Nord se réduit à un petit nombre de formes qui sont :

1° *G. dorcas*, ou Gazelle des plaines, dont l'habitat actuel s'étend des hautes plaines subdésertiques jusqu'au Sud du Sahara, et chez laquelle plusieurs sous-espèces ont été distinguées : *G. dorcas dorcas*, *G. neglecta* Lavaud., *G. dorcas cabrerai* Jol. (= *G. massaessylia* Cabr., *non* Pomel).

2° *G. Cuvieri*, ou Gazelle de montagne, confinée, comme son nom l'indique, à un certain nombre d'îlots des régions montagneuses de Berbérie.

3° *G. leptoceros*, la Gazelle des sables ou « Rim » des indigènes, localisée à certains ergs du Sahara et du désert libyque.

A ces formes, encore représentées actuellement, il faut ajouter une espèce, aujourd'hui disparue, *G. rufina*, dont il n'existe malheureusement dans les collections que de très rares spécimens et dont l'habitat était vraisemblablement restreint à certaines régions du Tell de l'Ouest algérien.

Dès les premières recherches paléontologiques effectuées en Afrique du Nord, des restes fossiles de Gazelles ont été exhumés de divers niveaux du Quaternaire. Au cours de ses monographies classiques Pomel en a décrit un certain nombre :

G. subgazella, de dépôt travertineux de la région de Miliana.
G. subkevella, du Pléistocène moyen (?) d'Aboukir.
G. setifensis, du Villafranchien de Saint-Arnaud.
G. nodicornis, des brèches de la région de Bel Abbès, datant probablement du dernier pluvial.
G. crassicornis, de la grotte de Pointe Pescade (dernier pluvial).

G. massaessylia, du remplissage de fentes de la région de Beni Saf (dernier pluvial probablement).

G. oranensis des dépôts de grottes des environs d'Oran (Paléolithique supérieur).

G. triquetricornis, de la grotte de Pointe Pescade (dernier pluvial).

Cette dernière espèce n'est point une Gazelle ; le type conservé à l'Université d'Alger — où j'ai eu l'occasion de l'étudier — est un massacre typique du genre *Redunca* et il appartient, selon toute vraisemblance, à *R. Maupasi* Pomel, dont les restes ne sont pas rares dans le Quaternaire de Berbérie, et dont j'ai décrit un crâne provenant des grottes des environs de Rabat (Arambourg 1938).

A ces diverses formes il faut ajouter *G. Thomasi* Pomel (= *G. atlantica* Thomas, *non* Bourguignat) du Villafranchien supérieur de l'Aïn Jourdel, et *G. atlantica* Bourg. de la grotte du Djebel Thaya, sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir.

Depuis Pomel, les matériaux recueillis en divers points de Berbérie avaient déjà conduit à quelques modifications de ce tableau d'ensemble (Joleaud 1917, Arambourg 1938). Plus récemment, l'étude des riches matériaux de diverses provenances dont il a été question plus haut m'a permis d'apporter aujourd'hui de plus amples précisions sur cette question, et il est dès maintenant possible de donner la liste et les synonymies suivantes en ce qui concerne seulement les formes du Pléistocène supérieur (1) :

G. atlantica Bourg (= *G. subgazella, G. crassicornis, G. massaessylia* et *G. nodicornis* Pomel), très commune.

G. Cuvieri Ogilby (= *G. kevella* Gm., *G. subkevella* et *G. oranensis* Pomel), moins commune.

G. dorcas Linné, rare.

G. rufina Thomas, très rare.

G. tingitana, nov. sp., fréquente dans les grottes d'Hercule et présente aussi dans celle de Taza.

(1) Les Gazelles du Pléistocène inférieur et moyen feront l'objet d'un autre travail.

Description sommaire des espèces

Gazella atlantica Bourg.

Pl. I, fig. 4, 4 a ; 5 ; 6, 6 a. Pl. II, fig. 5 ; 10.

1870. Bourguignat J. B. — *Histoire du Djebel Thaya*, p. 84, pl. X.
1917. *Gazella isabella* Gray. — Joleaud L. *Les Gazelles pliocènes et quaternaires de l'Algérie*, p. 213.

(Voir autres synonymies p. 46).

Cette espèce est largement prédominante dans le gisement de Kifan bel Gomari, où elle est représentée par d'innombrables restes de toutes les parties du squelette.

Elle prédomine aussi dans le gisement du Djebel Thaya dont le Muséum possède une partie du matériel recueilli par Bourguignat. Il a donc été possible de déterminer avec certitude les caractéristiques qui permettent d'en distinguer les débris lorsqu'ils se trouvent associés avec ceux d'autres espèces. Elle abonde aussi dans le gisement de Mugharet el Aliya (Grottes d'Hercule, près de Tanger).

L'importance des matériaux ainsi confrontés et leur comparaison avec ceux provenant des divers autres gisements m'ont permis de fixer avec précision les caractéristiques essentielles de cette espèce — qui est la plus fréquente dans les niveaux du Pléistocène moyen — ainsi que les limites de son aire de variabilité.

Je résumerai très brièvement ici ces observations (1).

Crâne et chevilles de cornes.

La collection de Tanger n'a pas fourni de crâne ; mais il en existe plusieurs, mâles et femelles, dans la collection de Kifan bel Gomari, et je possède aussi un crâne femelle de la

(1) J'ai déjà donné (1938), d'après les matériaux recueillis au Maroc par Ruhlmann, les caractéristiques principales et les relations de cette espèce.

grotte de Guyotville, près d'Alger. Ces pièces, et notamment la dernière, sont identiques au crâne de *G. subgazella* décrit, de Miliana, par Pomel, ce qui a permis de fixer les caractéristiques des chevilles osseuses femelles de cette espèce et de les reconnaître lorsqu'elles se rencontrent isolément.

Les chevilles de cornes mâles sont remarquables par leur forme relativement courte, trapue, leur section, à la base, subcirculaire, mais avec la face externe plane et se raccordant

Fig. 1. — *Gazella atlantica* Bourg.

à la face postérieure par une arête mousse plus ou moins marquée, ce qui détermine un méplat plus ou moins prononcé de la face postérieure ; chez certains spécimens, assez rares, la section tend à s'ovaliser un peu et l'arête à s'effacer.

Ces chevilles, insérées très obliquement sur le frontal au même degré que chez *G. dorcas*, sont fortement courbées en arrière et, ainsi que l'a noté Pomel pour *G. crassicornis*, parfois comme coudées dans leur partie inférieure ; elles s'atténuent plus ou moins rapidement suivant les individus en une pointe conique qui n'a point tendance à s'incurver vers le haut, ni latéralement.

Leur écartement à la base, ainsi que leur divergence, varient suivant les individus. Il en est de même de leur taille et de leurs proportions : leur diamètre antéro-postérieur varie de 25 à 40 mm, oscillant chez la majorité des spécimens autour de 30 à 32 mm ; leur longueur de 110 à 160 mm avec une moyenne de 140 environ. Leur surface, généralement lisse sur les faces antérieure et latérale, est plus ou moins cannelée sur la face postérieure ; quelques rares spécimens présentent quelques protubérances annulaires vers la base (1).

Les trous sourcilliers s'ouvrent au fond d'une fosse triangulaire large et profonde dont le bord externe est à peu près parallèle à la suture métopique et le bord interne fortement oblique à celle-ci, comme chez *G. dorcas, rufifrons, Granti,* etc...

Les chevilles femelles sont robustes et rappellent celles des mâles par leur insertion inclinée vers l'arrière, et leur courbure, variable d'ailleurs suivant les individus ; leur section est aussi subcirculaire, légèrement plane du côte externe avec un méplat de la face postérieure se raccordant suivant un angle mousse à la face externe. Mais tous ces caractères qui rappellent ceux des chevilles mâles sont plus ou moins atténués, et, en outre, les dimensions absolues des chevilles sont beaucoup plus faibles et leurs proportions différentes : leur diamètre antéro-postérieur à la base variant de 17 à 20 mm et leur longueur atteignant environ 95 mm chez les plus grands spécimens. Les trous sourciliers sont du même type que ceux des mâles.

Séries dentaires.

La denture est robuste ; ses dimensions sont un peu supérieures à celles de *G. Cuvieri* ; mais elle s'en distingue surtout, comme de celles de toutes les Gazelles actuelles, par la brachyodontie de ses molaires supérieures. *G. atlantica* se rapproche ainsi, de même que par la morphologie de ses cornes, de certaines formes fossiles tertiaires telles que *G. deperdita* du Pontien d'Eurasie.

(1) C'est un spécimen de ce type que Pomel a décrit sous le nom de *G. nodicornis.*

Voici quelques dimensions comparées :

Gisements	*Gazella atlantica*					Espèces actuelles		
	Tanger	Taza	Guyotville		El Khenzira	*G. Cuvieri*	*G. Dama*	*G. dorcas*
Longueur P^2-P^4..	27	30	25	25	27	24,2	35	20,5
Longueur P^2-M^3..	65	70	64	67,5	68	61	86,5	53

Les détails structuraux des dents, en dehors de leur brachyodontie et de leur taille, ne présentent rien de vraiment caractéristique. Les côtes de la muraille externe (parastyle et mésostyle) sont étroites et bien saillantes ; le métastyle de M^3 est plus obtus et n'est pas comprimé en lame saillante distalement.

Les mandibules sont robustes, avec un diastème relativement court et le trou mentonnier peu éloigné de la première prémolaire ; il existe un léger pli caprin au bord mésial externe des molaires, plus ou moins marqué suivant les individus ; le 3e lobe de la dernière molaire est plus réduit que les deux autres. Voici quelques dimensions :

Gisements	*Gazella atlantica*					Espèces actuelles		
	Tanger	Taza	Bains-Romains	El Khenzira	Dj. Thaya	*G. Cuvieri*	*G. Dama*	*G. dorcas*
Longueur P_2-M_3 ..	69	69	76	67	71	62	91	55
Longueur P_2-P_4 ..	25	25,7	26	20	27	21	30	16
Distance de P_2 au trou mentonnier	13	13	17	12	11	20,5	18	10,5
Indice de cette distance rapportée à long. P_2-M_3	*18,8*	*18,8*	*22,3*	*17,9*	*15,4*	*33*	*19,7*	*19,6*

Les membres.

Les membres de *G. atlantica* sont robustes et correspondent à une espèce de taille et de faciès comparables à ceux de *G. dama*, bien que le crâne et la denture soient plus petits. Les proportions des différentes parties des membres sont aussi comparables dans les deux espèces, quoique, chez *G. atlantica*, les métapodes antérieurs et postérieurs paraissent avoir été de longueur sensiblement égale ; les phalanges de l'espèce fossile sont plus allongées, moins épaisses et plus grêles que celles de l'espèce vivante. Enfin de nombreux détails morphologiques permettent de distinguer leurs divers os lorsqu'on les compare directement. C'est ainsi que les métatarses de *G. atlantica* ont leur face antérieure régulièrement arrondie et lisse et ne présentent jamais la profonde cannelure axiale que l'on observe chez ceux de *G. dama*.

Rapports et différences. — Le type de *G. atlantica* provient de la caverne du Djebel Thaya (département de Constantine) ; c'est cette même espèce qui, par la suite, ainsi que je l'ai indiqué dans la synonymie, a été signalée par Pomel, sous des noms divers, dans plusieurs gisements d'Algérie. Joleaud (1917) a cru pouvoir l'identifier à *G. isabella* ; mais celle-ci est une forme étroitement apparentée à *G. dorcas* et qui ne me paraît présenter rien de commun avec l'espèce fossile ; c'est d'ailleurs probablement à la suite d'erreurs de détermination (1) que *G. isabella*, localisée aux régions voisines de la mer Rouge, Erythrée et haute Egypte, a été signalée dans la faune actuelle de Berbérie : Heim de Balsac (1936) n'en fait d'ailleurs pas mention dans sa thèse consacrée aux faunes nord-africaines. J'ai, par contre, au cours de travaux antérieurs, indiqué déjà l'identité de l'espèce de Bourguignat avec *G. crassicornis* Pom. et montré que cette dernière ne pouvait être confondue, comme l'avaient pensé certains auteurs (Joleaud L., 1917 ; Romer A. S., 1928 ; Vaufrey R., 1937), avec *G. dama*. La forme des cornes, les caractères ainsi que les dimensions du crâne et ceux de la

(1) De Pousargues, 1900, p. 341. — Hartert, 1913, p. 34.

denture s'y opposent absolument. Toutefois, les nouveaux matériaux provenant du Maroc ont permis de préciser ces différences et montré que ces deux espèces se distinguaient aussi par leurs extrémités, plus graciles chez *G. atlantica* malgré des membres analogues, par leur robustesse et par leur taille. Ils ont, en outre, confirmé définitivement l'identité de *G. atlantica* Pom. et de *G. subgazella* Pom. qui est la forme femelle de la première.

Répartitions stratigraphique et géographique. — *G. atlantica* est la Gazelle la plus abondante dans tous les gisements du Pléistocène supérieur de Berbérie : constante dans tous les remplissages de grottes ou de fentes correspondant au dernier pluvial, elle a peut-être survécu jusqu'au cours du Paléolithique supérieur.

Dans le gisement de Tanger, elle est nettement localisée aux niveaux moyens de la grotte Mugharet el Aliya (Red 2, Red 1, Brown), à industrie moustéro-atérienne.

G. atlantica est connue dans les niveaux inférieurs du Quaternaire où je l'ai signalée pour la première fois dans les grès de Rabat qui correspondent au 2e pluvial. Je puis ajouter qu'elle existe, au même niveau, dans les grès de Sidi Abd er Rahmane près de Casablanca et enfin qu'elle fait également partie de la faune du gisement Pléistocène moyen à *Atlanthropus* de Ternifine, où elle est rare.

Gazella dorcas Lin.

Pl. II, fig. 1, 1 a ; 2 ; 9.

Cette espèce est rare dans la plupart des gisements préhistoriques de Berbérie. Pomel ne l'a pas citée et je ne la connais avec certitude, malgré les indications erronées de certains auteurs, que dans un petit nombre de gisements du Pléistocène supérieur : au Maroc, grottes des environs de Rabat, de Tanger et de Taza et au Hoggar dans le gisement de Tihodaïne. Cette rareté tient vraisemblablement à ce que le biotope de *G. dorcas* est essentiellement constitué par les plaines subdésertiques du Nord de l'Afrique et de l'Arabie.

G. dorcas se reconnaît à sa petite taille, à la gracilité de ses membres et surtout à la morphologie très particulière de ses cornes (1). Chez les mâles celles-ci sont lyrées et leurs chevilles présentent une triple courbure tout à fait caractéristique (cf. ARAMBOURG, 1938, p. 51 ; fig. 14) : fortement inclinées en arrière, elles se courbent au départ en divergeant vers l'extérieur, et en formant un certain angle à la base avec leur pédicule ; en même temps elles se recourbent vers l'arrière et leur bord antérieur est comme éversé vers l'extérieur ; puis elles se courbent de nouveau vers l'intérieur.

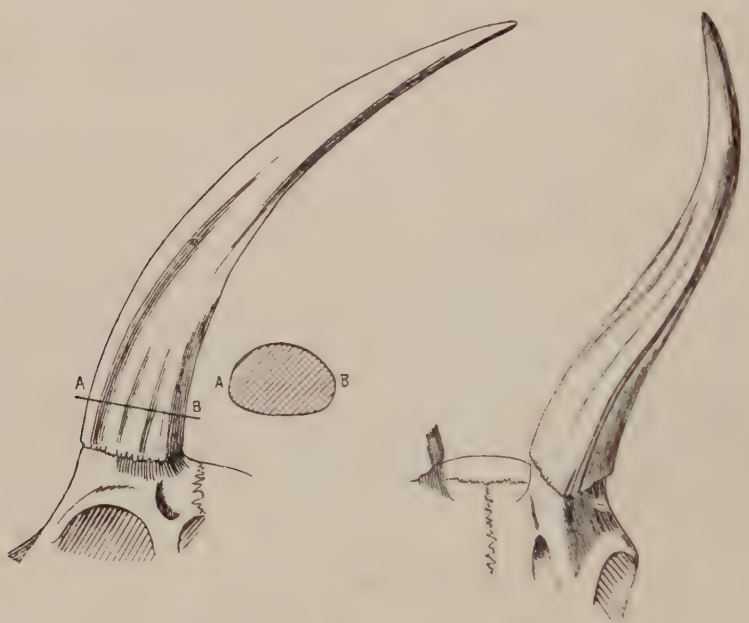


Fig. 2. — *Gazella dorcas* Linné.

La section des chevilles est assez variable : généralement plus ou moins elliptique ou ovale ; leur face externe est plane, leur face postérieure plus ou moins aplatie ; leur diamètre antéro-postérieur décroît lentement en allant vers la pointe.

(1) Bien que les aires de variabilité de cette espèce n'aient pas encore été établies d'après des données statistiques, on peut dire que les caractères morphologiques des chevilles osseuses indiqués ici ont une constance suffisante pour permettre *toujours* de les reconnaître.

Le groupe de *G. dorcas* ne comprend aujourd'hui que les petites Gazelles des regions subdésertiques (*G. dorcas dorcas*, *G. dorcas neglecta* Lavaud, *G. dorcas Cabrerai* Jol.(1)). Ce sont des formes de petite taille, ne dépassant guère 55 à 65 cm de hauteur au garrot et à membres extrêmement graciles.

Les restes fossiles que j'en connais avec certitude des divers gisements du Maroc correspondent à un type de taille généralement supérieure à la moyenne des formes actuellement vivantes et surtout plus robuste, à en juger par les proportions des membres, notamment des métapodes. C'est ce que montrent les mensurations comparées ci-dessous :

Mensurations (en mm) (2)	*G. dorcas*	*G. dorcas neglecta*	*G. dorcas* fossiles			
				Rabat		
			Taza	El K.	D. e. S.	Tanger
Cheville osseuse mâle						
Diamètres à la base	22 x 20	24.5 x 18		30 x 22.5	32,5 x 22.5	36 x 26
Métacarpe						
Longueur	137	156.5	167			170.5
Largeur au milieu	10.2	10	14			13.5
Indice	6.8	6.3	8.3			7,9
Séries dentaires :						
$P^2 M^3$	53	53		53		59
$P_2 M_3$	55	53	61			61,5

1. La Gazelle des sables ou Rim des indigènes sahariens *G. leptoceros*, spéciale aux régions d'ergs, paraît s'apparenter plutôt à *G. Cuvieri* qu'à *G. dorcas*.

2. Les chiffres donnés dans ce tableau correspondent à des valeurs moyennes.

La denture est de même type que celle de la précédente, mais elle est nettement hypsodonte. Le diastème mandibulaire est court, le trou mentonnier peu éloigné de P_2.

Les documents fossiles sont encore trop peu nombreux et trop incomplets pour pouvoir justifier leur séparation à titre de sous-espèce.

Malgré sa rareté à l'état fossile, le groupe de *G. dorcas* semble implanté en Berbérie depuis le début du Pléistocène, car il est représenté, dès le Villafranchien inférieur, avec avec *G. setifensis* des gisements des environs de Saint-Arnaud où cette espèce n'est pas rare.

Gazella Cuvieri Ogilby

Pl. II, fig. 7, 11 ; 12, 12 a.

1840. Ogilby W. — *Monograph on the hollow-horned Ruminants*, p. 35.

(Voir synonymie p. 46).

Cette grande espèce, supérieure par sa taille à *G. dorcas* et bien plus robuste, est reconnaissable à ses longues cornes dressées, presque parallèles à la base, plus ou moins divergentes dans leur moitié supérieure et faiblement arquées en arrière, sans trace de lyration.

Les noyaux osseux ont, chez les mâles, une section fortement elliptique avec le bord externe plan et les bords antérieur et postérieur régulièrement arrondis ; des cannelures plus ou moins profondes sont creusées dans toute la longueur des chevilles.

Chez les femelles les cornes sont grêles et longues, à section moins comprimée que celles des mâles, et droites ou à peine arquées en arrière.

Les trous sourciliers s'ouvrent au fond de fosses triangulaires, mais dont le bord externe est fortement oblique à la suture métopique et dirigé vers l'extérieur.

La denture se distingue de celle de *G. dorcas* par ses dimensions plus fortes, mais elle est, comme chez cette dernière, nettement hyposodonte. Le métastyle de M^3, toujours saillant,

forme parfois une expansion laminaire plus ou moins développée distalement (voir Pl. II, fig. 7). La mandibule est allongée, avec un long diastème grêle et le trou mentonnier éloigné de P_2.

Les membres sont longs et robustes, particulièrement les métapodes.

Mensurations (en millimètres) de *G. Cuvieri*.

Gisements	Actuelle	Fossiles			
		Taza	Tanger	Oran (*G. oranensis*)	Néolithique du Gueldaman
Chevilles osseuses :					
Longueur	205			190	
Diamètre à la base.	37 x 27,5	41 x 26,4	40 x 28	42 x 30	40 x 25
Séries dentaires :					
Longueur P^2-M^3.....	61	61			
» M^1-M^3.....	37	39,5	38,6		
» P_2-M_3.....	62	63,6	62,3		
Distance de P_2 au trou mentonnier .	21	20	13		
Métatarse :					
Longueur	198	240	199		
Largeur au milieu..	13	13,5	14		
Indice	*6,5*	*5,6*	7		

Répartitions stratigraphique et géographique. — Cette espèce, bien que rare à l'état fossile, paraît cependant plus fréquente que *G. dorcas* dans les gisements des régions telliennes où on la rencontre depuis les dépôts alluviaux du derniers pluvial jusqu'à l'époque actuelle. Pomel l'a signalée sous divers noms : *G. kevella, G. subkevella, G. oranensis*, de plusieurs gisements du Quaternaire récent d'Algé-

rie. Au Maroc elle se rencontre dans les niveaux inférieurs du Pléistocène supérieur de Kifan bel Gomari et de Mugharet el Aliya ; elle est fréquente dans ceux à industrie ibéro-maurusienne de Taforalt.

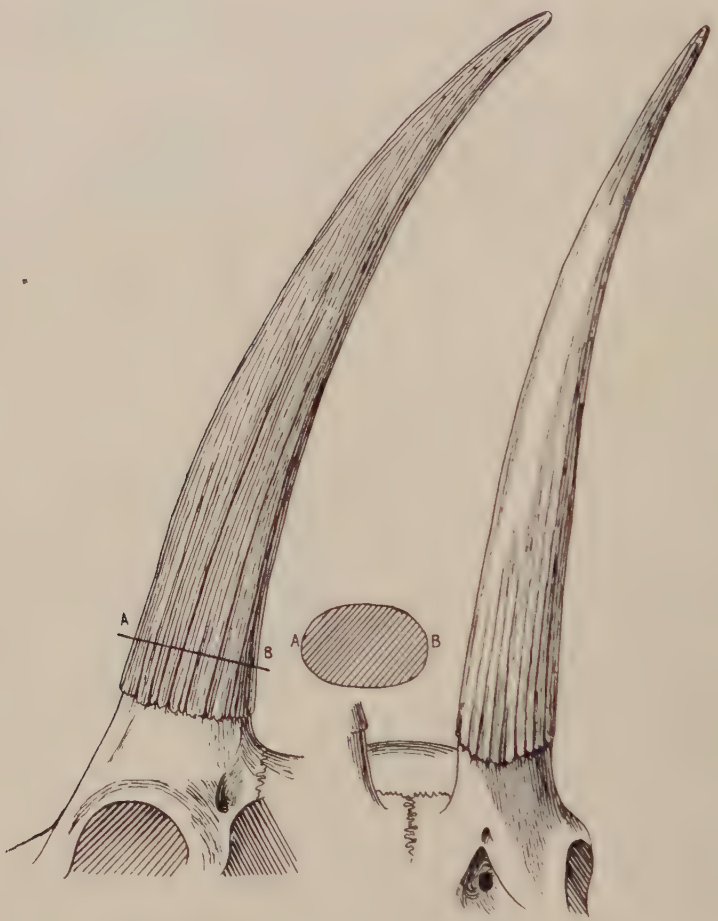


Fig. 3. — *Gazella Cuvieri* Og.

Sa présence en Berbérie paraît remonter jusqu'au début du Pléistocène car une forme affine, inédite encore, et qui ne semble pas avoir atteint la taille de l'espèce vivante, est assez fréquente dans le gisement de Ternifine ; enfin, dans le gisement Villafranchien inférieur de l'Aïn Boucherit (Saint-Arnaud), il existe également une forme qui paraît étroitement apparentée, sinon identique, à celle de Ternifine.

Gazella rufina Thomas

Pl. II, fig. 3, 3 a ; 4.

1894. O. Thomas. — *On some Gazelles... from Algeria*, p. 467.

Quelques rares débris provenant de l'hoziron R 1 de la grotte de Mugharet el Aliya se rapportent à une espèce de taille plus forte que toutes les autres et, parmi ces restes, une base de cheville osseuse, elle aussi différente de toutes les autres, paraît s'accorder avec eux.

Le tableau ci-dessous donne les mensurations de quelques-unes de ces pièces.

Cheville osseuse (en millimètres) :

Diamètre longitudinal à la base	41
» transversal maximum à la base.	26

Série dentaire supérieure :

Longueur P^3-M^3	66,5
» M^1-M^3	47
» M^3	17
Largeur M^3	10,5

Tibia :

Largeur distale	23,5

Cheville osseuse.

Il s'agit d'un tronçon inférieur droit, avec une portion de frontal comprenant une partie de l'orbite. Il est visible que les chevilles osseuses de ce fossile étaient insérées sur le frontal un peu plus obliquement en arrière que chez *G. Cuvieri* et devaient être légèrement arquées, mais sans torsion. Leur face externe est à peu près plane, leur face antérieure est convexe et à section ogivale, leur face postérieure presque plane ou à faible courbure se raccordant brusquement à la face externe par un angle obtus qui correspond à une arête mousse de la cheville osseuse. Leur section, à la base, est par conséquent un ovale irrégulier, fortement dissymétrique, dont le plus grand diamètre transversal correspond au niveau de son deuxième tiers postérieur. Le trou sourcilier s'ouvre au fond d'une fos-

sette triangulaire peu profonde dont le bord externe est très oblique vers l'extérieur. L'orbite est peu saillante et plus proche de la base des cornes que chez *G. Cuvieri*. La fossette post-orbitaire, effacée chez *G. Cuvieri*, est ici bien délimitée, profonde et avance, à la base de la cheville osseuse, au-dessus du cadre de l'orbite.

Fig. 4. — *Gazella rufina* Thomas.

Série dentaire.

Parmi les autres pièces qui paraissent pouvoir s'accorder avec la précédente, se trouve une série dentaire supérieure qui excède notablement les dimensions de tous ses homologues fossiles du même gisement.

Les dents de cette mâchoire sont remarquables aussi par leur brachyodontie, ce qui les distingue de celles des formes actuelles telles que *G. Cuvieri* ou *G. dorcas*. Elles se rapprochent au contraire, par là, de celles de *G. atlantica* et de

G. rufina et elles s'accordent aussi par leurs dimensions avec celles de cette dernière. De même aussi que chez celle-ci, le métastyle de M^3, saillant, tend à s'individualiser par un léger sillon sur toute la hauteur de la face distale de la dent, mais sans former une expansion laminaire comme chez *G. Cuvieri* ou même *G. dorcas*.

Les autres pièces osseuses, qui par leurs dimensions se rapportent peut-être aussi à cette espèce, sont des poulies humérales et une extrémité distale de tibia ; mais ces fragments sont trop peu caractéristiques pour être utilement décrits.

Rapports et différences. — Les dimensions du fragment de cheville osseuse rappellent celles de *G. oranensis* Pom.. Si je n'avais pas examiné, à Oran, le type de « *G. oranensis* » j'aurais pu hésiter à lui identifier la pièce de Mugharet el Aliya. Mais, cet examen m'a montré que les caractères des chevilles osseuses de *G. oranensis*, leur section et leurs proportions, en étaient différents et rentraient, malgré leur taille, dans le cadre des variations de *G. Cuvieri*.

Par contre la forme de la section de la cheville osseuse du fossile tangérois et ses dimensions correspondent exactement à celles de *G. rufina*. Les restes de cette espèce éteinte sont rarissimes dans les collections : quatre crânes seulement en sont connus ; l'un appartient au British Museum, le second au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris où ils sont accompagnés de peaux complètes ce qui les authentifie spécifiquement ; le troisième, décrit par Pomel sous le nom de « *G. Pallaryi* », appartiendrait, d'après Lavauden (1930), à l'Université d'Alger (Laboratoire de Géologie) ; le quatrième est déposé au Musée d'Oran. J'ai pu examiner ce dernier spécimen ainsi que celui du Muséum ; tout deux présentent des caractères à peu près identiques, sauf en ce qui concerne leur denture, laquelle paraît un peu plus forte chez le spécimen d'Oran et porte à ses molaires supérieures des colonnettes interlobaires, absentes chez celui du Muséum (1).

(1) La présence de colonnettes interlobaires aux molaires des Gazelles actuelles est accidentelle, mais s'observe sporadiquement parfois. C'est au contraire un caractère fréquemment constant chez certaines formes fossiles tertiaires.

Bien que la taille des crânes soit au moins égale à celle du crâne de *G. Cuvieri*, ils en diffèrent à première vue par de nombreux caractères. Les cornes, notamment, sont plus massives, plus courtes, moins divergentes et plus inclinées en arrière ; leurs étuis cornés, d'après les spécimens du Muséum et du British (1) sont plus épais et comprennent un moins grand nombre de gros anneaux espacés. Les chevilles osseuses sont aussi plus courtes et plus larges à la base que celles de *G. Cuvieri* ; leur section est en outre très différente : fortement convexe du côté interne, dissymétrique et presque triangulaire, elle correspond à peu près exactement à celle du fragment fossile de Tanger. Aussi ne me paraît-il guère douteux que ce dernier doive être attribué à *G. rufina*.

Voici quelques mensurations comparées des crânes de *G. rufina* et de *G. Cuvieri* :

Dimensions (en mm.)	*G. rufina* de la coll. du Muséum	*G. Cuvieri*	*G. rufina Pallaryi*, (d'après Pomel)
Longueur totale du crâne	216 mm	210	
Diamètre interobitaire externe.	98,5	104	90
Largeur intermastoïdienne ...	72,5	75	
Cheville osseuse :			
Longueur totale	195	205	190
Diamètres à la base	40 x 28,2	38 x 27,7	35 x 26
Série dentaire P^3 M^3	64	61	
Série dentaire M^1 M^3	41	39	
Série dentaire P_2 M_3	68,5	62	
Ecartement des cornes (étuis cornés) :			
à la base	23,5	20	18
à la pointe	73,5	260	

(1) Cf. Sclater and Thomas, 1898, vol. III, fig. 73, p. 168.

La validité spécifique et les rapports zoologiques de *G. rufina* ainsi que son habitat ont donné lieu à de nombreuses incertitudes.

Thomas (1894) et Trouessart (1905) l'ont rapprochée de l'espèce soudanaise *G. rufifrons*, et Joleaud (1917, 1929) n'a pas hésité à en faire une sous-espèce de cette dernière. Mais Lavauden (1930) a montré fort judicieusement que ces deux formes n'avaient entre elles rien de commun, ni dans leur taille, ni dans leurs caractères morphologiques ou anatomiques. J'ajouterai que l'ostéologie cranienne, notamment, est bien différente et que la forme et la section des chevilles osseuses, très inclinées, courtes et à section circulaire chez *G. rufifrons*, moins inclinées, peu arquées, plus longues et à section comprimée, subtriangulaire, chez *G. rufina* suffisent à les distinguer complètement.

L'habitat assigné par les auteurs à *G. rufina* est généralement situé dans le Sud des confins algéro-marocains. Mais à la suite de Lavauden qui, d'accord en cela avec Trouessart, attribuait à *G. rufina* un habitat forestier, il est possible de penser que cet habitat doit être recherché beaucoup plus au Nord. Lavauden (1930) le situait dans la zone « de forêts peu fréquentées située entre Frenda et le Telagh de part et d'autre de Saïda ».

Cette opinion est à rapprocher d'un renseignement qui me fut autrefois donné par Doumergue et suivant lequel cette espèce aurait vécu, jusqu'à une époque assez rapprochée, dans la forêt de plaine de Moulay Ismaël près d'Oran.

La présence à l'état fossile de *G. rufina* n'était pas jusqu'ici absolument certaine. Pomel avait rapproché *G. oranensis* de « *G. Pallaryi* » et Joleaud avait identifié ce fossile à *G. rufifrons* var. *rufina*.

En réalité aucun examen sérieux des pièces originales ne justifiait cette attribution et, comme je l'ai indiqué, c'est à *G. Cuvieri* qu'il faut rattacher *G. oranensis*.

Quoi qu'il en soit, il reste, d'après les indications fournies par le matériel de Tanger, qu'une grande Gazelle, probablement identique à *G. rufina*, a certainement fait partie de la faune du Pléistocène supérieur du Maghreb ; mais, de même

que son descendant récemment éteint, elle devait être très rare et son habitat étroitement localisé à certaines régions forestières littorales.

Il faut noter enfin que, de même que pour les précédentes espèces, l'existence en Berbérie de *G. rufina* remonte au moins au début du Pléistocène moyen, car, dans le gisement à *Atlanthropus* de Ternifine, il en a été recueilli un arrière-crâne muni de ses chevilles osseuses qui ne laisse aucun doute quant à son attribution, car sa forme, ses dimensions, le mode d'implantation des chevilles, leur forme et leur section sont identiques à ceux de la tête osseuse conservée au Muséum.

Gazella tingitana nov. sp.

Pl. I, fig. 1, 1 a ; 2 ; 3, 3 a. Pl. II, fig. 6 ; 8.

Après la création, par Pomel, de nombreuses « espèces » fossiles de Gazelles il peut paraître paradoxal — et surtout imprudent — d'en ajouter une nouvelle à cette liste déjà trop longue.

Pourtant je m'y suis vu contraint, non sans répugnance, à la suite de l'étude du matériel de Mugharet el Aliya où les niveaux anciens à industrie levalloiso-atérienne renferment une forme assez abondamment représentée et qui ne peut être assimilée à aucune Gazelle vivante ou fossile. Cette nouvelle espèce est caractérisée par des chevilles osseuses de cornes tout à fait typiques, et constantes dans leurs caractères. Ces chevilles correspondent à une espèce de grande taille qui, après *G. atlantica*, est la forme prédominante du gisement. Je lui ai rapporté un certain nombre de mâchoires avec séries dentaires et d'os des membres qui ne paraissaient pas pouvoir être attribués aux autres espèces commensales : *G. atlantica*, *G. Cuvieri*, *G. dorcas* et *G. rufina*, les trois dernières d'ailleurs étant beaucoup plus rares dans le gisement.

Matériel. — *Type* : une cheville de corne gauche mâle. Lot 5197, grotte de Mugharet el Aliya. Niveau 6 (brown).

Description. — La cheville type adhère à un fragment de frontal comprenant une partie de l'orbite et limité, en dedans, par la suture métopique.

Cette cheville longue et relativement robuste ressemble, à première vue par son inclinaison et sa courbure, à celle de *G. dorcas*. Elle présente en effet, au départ, la même inclinaison en arrière que celle de cette espèce, et sa section comprimée, ovale avec la face externe plane, est à peu près du même type quoique l'aplatissement de sa face externe soit un peu plus marqué ; cette section ressemble un peu à celle des chevilles de *G. rufina*, mais la courbure, l'orientation des chevilles sont différentes et leur face postérieure est moins aplatie que celle de *G. rufina* ; leur taille est aussi plus faible et leurs proportions moins massives. D'après leur insertion sur les frontaux, les cornes étaient subparallèles au départ ou à peine divergentes et sans trace de lyration ; cette divergence s'accentue vers les pointes par une très légère torsion en dehors, ce qui est exactement l'inverse de ce qui se passe chez *G. dorcas*. En même temps qu'elles divergent les cornes se courbent assez fortement vers l'arrière et dans la même mesure que celles de *G. dorcas* ; toutefois les diverses chevilles sont plus ou moins longues, plus ou moins massives, de sorte que leur courbure présente aussi de légères variations. Les trous sourciliers s'ouvrent au fond d'une fosse triangulaire profonde dont le bord externe est à peu près parallèle à la suture métopique. Le pédicule des cornes, au-dessous de la limite de l'étui corné, est court, l'orbite peu saillante. La fossette postorbitaire est profonde ; une autre fossette bien marquée et large, occupe, en arrière du bord interne de l'insertion des chevilles, l'espace compris dans l'angle formé par les sutures métopique et coronale. L'épaisseur des os indique un animal au crâne particulièrement robuste.

Mensurations (en millimètres) :

Chevilles osseuses	Type	Autre individu
Longueur	160	138,5
Diamètre antéro-postérieur à la base	29,3	31
Diamètre transversal à la base	22,2	23,5
1/2 écartement des chevilles à la base	10,7	10

Les chevilles femelles.

On trouve associées à celles des mâles des chevilles femelles à section ovale, très légèrement arquées en arrière et assez rapidement atténuées qui ne peuvent être rapportées à aucune des autres Gazelles (1) ; je pense qu'elles doivent être attribuées à *G. tingitana.*

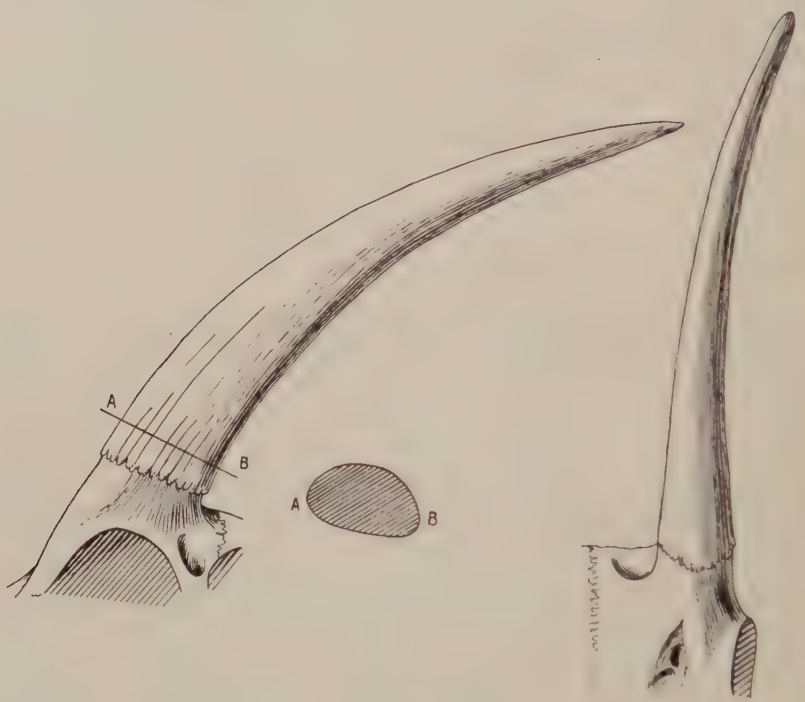


Fig. 5. — *Gazella tingitana* nov. sp.

Os des membres.

Quelques os des membres provenant du même horizon que les pièces précédentes paraissent pouvoir être attribués à la même espèce. Ils correspondent à un animal de la taille de *G. Cuvieri,* mais aux extrémités plus robustes ; en voici les dimensions, en millimètres :

(1) Les cornes femelles de *G. dorcas* et de *G. Cuvieri* ont une section subcirculaire ; elles sont rectilignes et relativement longues ; on a vu que celles de *G. atlantica* étaient aussi bien différentes.

Humérus :

Longueur	135
Largeur de la partie distale	31

Métacarpe :

Longueur	?
Largeur au milieu	17
Largeur de la partie distale	26

Métatarse :

Longueur	186
Largeur au milieu	15
Indice	8
Largeur de l'extrémité distale	26

Séries dentaires.

Je rapporte à cette espèce une série de maxillaires supérieurs et de mandibules munis de leurs dents provenant du même gisement que les chevilles, et qui ne peuvent être rapportés à *G. atlantica* en raison de leur taille, un peu plus forte, et surtout de leurs caractères généraux.

En particulier les dents maxillaires sont nettement hypsodontes, ce qui les distingue de celles de *G. atlantica* ; le métastyle de M^3 ne forme point d'expansion laminaire saillante distalement. Les dents de la mandibule sont plus volumineuses et plus hautes que celles de *G. atlantica* ; chez M_3 le troisième lobe est aussi développé que les deux autres.

Mensurations (en millimètres) :

Longueur série P^2 M^3	66
Longueur série P_2 M_3	71
Distance de P_2 au trou mentonnier	15

Rapports et différences. — Ainsi qu'il a été dit au début, aucune des espèces de Gazelles fossiles établies par Pomel ne peut correspondre à celle qui vient d'être décrite. J'avais d'abord pensé à un rapprochement avec *G. massæssylia* ou avec *G. oranensis*, dont les figures, dans l'ouvrage de Pomel, évoquent un peu l'aspect de nos fossiles. Mais, l'examen direct des types de Pomel conservés à Alger a été décisif ; *G. mas-*

sæssylia avec ses chevilles osseuses épaisses et à section subcirculaire n'a rien de commun avec notre espèce et se confond avec *G. atlantica* ; quant à *G. oranensis* (dont le gisement d'origine est d'ailleurs néolithique ou ibéro-maurusien), c'est un représentant certain de *G. Cuvieri*.

D'autre part *G. sitifensis*, du Villafranchien de Saint-Arnaud, pouvait aussi être mise en cause. Mais je possède un certain nombre de chevilles osseuses de cette espèce, provenant du gisement d'origine, et je puis dire qu'il s'agit d'une Gazelle voisine de *G. dorcas* : la triple courbure de ses chevilles est absolument caractéristique.

Restaient les espèces actuelles. *G. dorcas*, *Cuvieri*, *rufina* sont à éliminer d'emblée pour les raisons développées précédemment ; *G. rufifrons* du Soudan, dont les cornes sont fortement arquées et inclinées en arrière, se distingue par les noyaux osseux de ses cornes plus massifs, plus courts et dont la section est parfaitement circulaire. *G. isabella*, signalée à l'état fossile dans la Vallée du Nil, ressemble par ses chevilles osseuses, d'après les descriptions et les figures de Gaillard (1934), à notre fossile ; mais la section en est différente ; subtriangulaire d'après l'auteur, avec une face postérieure presque plane ; de plus, d'après sa pl. XI, fig. 4, on voit que la courbure en arrière était plus prononcée que chez le fossile de Tanger et que la section de la cheville décroissait moins vite que celle de notre espèce ; on peut se demander si la pièce figurée n'est pas une cheville de *G. dorcas* (1), car l'aplatissement de la face postérieure à la base de la cheville s'observe fréquemment chez *G. dorcas*, en particulier chez *G. dorcas neglecta* du Hoggar. Aucune, enfin, des formes tropicales actuelles ne paraît correspondre à la Gazelle fossile de Tanger, pour laquelle je propose le nom de : *G. tingitana* nov. sp. avec la diagnose suivante :

G. tingitana nov. sp. :

« Gazelle de taille moyenne, à membres robustes. Cornes des mâles robustes à section ovale, avec la face externe aplanie, inclinées et fortement recourbées en arrière, non lyrées, sub-parallèles au départ et légèrement divergentes ensuite. Denture hypsodonte. »

(1) Ainsi qu'il a été noté plus haut, *G. isabella* semble n'être qu'une forme de *G. dorcas*.

Répartition. — Cette Gazelle ne paraît pas avoir été observée jusqu'ici par mes prédécesseurs et a dû être assez rare, ou bien a été confondue par *G. dorcas*. Toutefois, outre le gisement de Tanger, j'ai constaté sa présence, d'après un très petit nombre de fragments de chevilles osseuses, dans le gisement de Kifan bel Gomari près de Taza, dont les matériaux appartiennent au Musée d'Oran.

*
**

Conclusions

Sans avoir la prétention d'être définitif, ce travail a permis de mettre un peu de clarté dans la confusion qui régnait au sujet des Gazelles fossiles du Maghreb. Les déterminations hasardeuses, par des auteurs peu familiers avec la paléontologie africaine, et leurs interprétations souvent erronées des travaux de Pomel avaient quelque peu contribué à créer cette confusion.

Parmi les publications consacrées aux Gazelles postérieurement aux *Monographies* de Pomel, je ne citerai que pour mémoire le travail de Joleaud (1917) sur « Les Gazelles pliocènes et quaternaires de l'Algérie ». Il s'agit malheureusement d'une compilation dans laquelle l'auteur, sans recourir à l'étude critique de matériaux originaux, s'est borné à une interprétation purement livresque de publications diverses de valeur très inégale, de sorte que, s'il a eu le mérite d'identifier le premier *G. Pallaryi* à *G. rufina*, rien ou presque ne subsiste d'autre part de ses interprétations, ni de ses conclusions biogéographiques.

Le résultat le plus immédiat de la présente révision, est en effet d'avoir constaté que, au cours du Pléistocène supérieur, un petit nombre seulement d'espèces de Gazelles avaient peuplé les régions telliennes et côtières de la Berbérie, ce qui est, biologiquement, plus concevable que la profusion de formes antérieurement admises. La variété, en même temps que l'étroite intrication des biotopes des régions côtières : plaines sublittorales à proximité immédiate des reliefs des grands massifs atlasiques, extension considérable de la couverture forestière due aux conséquences du dernier pluvial (cf. Aram-

BOURG, 1938, p. 58 ; NEUVILLE et RUHLMANN, 1941, p. 116) suffisent à faire comprendre la coexistence, dans un même gisement, de restes ayant appartenu à des types de structures et par suite d'habitats assez différents.

G. atlantica est la forme prédominante et dont la distribution s'étend à toute la Berbérie. Elle était, vraisemblablement, l'hôte des zones boisées couvrant les contreforts des reliefs atlasiques jusqu'au voisinage de la mer. *G. tingitana*, dont la distribution géographique paraît plus restreinte, partageait peut-être avec *G. dorcas*, rare dans les régions telliennes, l'habitat des plaines subatlantiques. *G. Cuvieri* occupait, comme ses congénères actuels, les biotopes montagneux. Quant à la rarissime *G. rufina*, ainsi que l'a très justement noté LAVAUDAN (*loc. cit.*, p. 332), elle était sans doute une espèce forestière et devait être confinée à quelques boisements de plaine clairsemés, comparables à celui de la forêt de Moulay Ismaël près d'Oran qui semble avoir été son dernier refuge.

Répartition stratigraphique et géographique des Gazelles fossiles de Berbérie

	Néol. actuel	Pléistocène			
		sup.	moy.	inf.	
G. dorcas	+	+			Maroc, Hoggar.
G. (dorcas) setifensis				+	Saint-Arnaud.
G. Cuvieri	+	+			Toute la Berbérie.
G. af. *Cuvieri*				+	Saint-Arnaud, Ternifine.
G. rufina	+	+	+		Tanger, Ternifine.
G. atlantica		+	+		Toute la Berbérie.
G. tingitana		+			Maroc.

Il est donc possible de dire que, au cours du Pléistocène supérieur, la faune de Gazelles de la Berbérie comprenait déjà la plupart des éléments qui la caractérisent actuellement, mais avec une distribution un peu différente liée à des conditions climatiques elles-mêmes différentes.

Nos connaissances paléontologiques sur le Quaternaire saharien sont malheureusement trop insuffisantes encore pour connaître l'extension vers le Sud de la faune mammalogique tellienne, ainsi que ses fluctuations au cours des alternances climatiques de cette contrée, de sorte que l'aire de distribution réelle des Gazelles quaternaires d'Afrique du Nord nous échappe encore en partie. Quant à l'origine de ces animaux elle reste encore problématique par suite de notre ignorance des formes pliocènes d'Afrique. Nous savons seulement que la plupart des espèces actuelles *G. Cuvieri*, *G. rufina* et probablement *G. dorcas* étaient représentées en Berbérie directement ou par des formes affines depuis le début du Pléistocène et peuvent être considérées comme autochtones. Associée à ces formes récentes, l'espèce éteinte *G. atlantica*, conservatrice de caractères archaïques, a été le dernier survivant d'un groupe primitif tertiaire dont *G. deperdita*, du Pontien classique d'Eurasie, est le mieux connu, mais qui n'a pas encore été signalé en Afrique.

*
**

BIBLIOGRAPHIE

ARAMBOURG C. (1936). — Les Grottes préhistoriques d'El Kenzira (Région de Mazagan) (in RUHLMANN). *Pub. Serv. Ant. Maroc*, Rabat, fasc. 2, 126 p., 27 fig.

ARAMBOURG C. (1938). — Mammifères fossiles du Maroc. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, Rabat-Paris, n° XLVI, 72 p., 15 fig., 9 Pl.

BOURGUIGNAT J. B. (1870). — *Histoire du Djebel Thaya et des ossements fossiles recueillis dans la Grande Caverne de la Mosquée.* Challamel, Paris, 108 p., 13 grav., 13 Pl.

CAMPARDOU J. (1917). — La Grotte de Kifan bel Gomari à Taza. *Bull. Soc. Géogr. et Arch. Oran*, 37, fasc. 147, 21 p., 1 fig., 4 Pl.

GAILLARD C. (1934). — Contribution à l'étude de la Faune préhistorique de l'Egypte. *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, XIV, 126 p., 55 fig., 12 Pl.

HARTERT E. (1913). — Notes on the Ruminants and other large Mammals (Expedition to the Central Western Sahara, III). *Nov. Zool. London*, XX, nr. 1, p. 33-37.

HEIM DE BALSAC H. (1936). — Biogéographie des Mammifères et des Oiseaux de l'Afrique du Nord. *Suppl. Bull. Biol. France et Belg.*, Paris, XXI, 445 p., 16 fig., 7 Pl., 16 cartes.

JOLEAUD L. (1917). — Les Gazelles pliocènes et quaternaires de l'Algérie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, (4), XVII, p. 208-225.

JOLEAUD L. (1929). — Etudes de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Ruminants : V, Les Gazelles. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, Paris, 54, p. 438-457.

LAVAUDEN L. (1930). — Notes de Mammalogie nord-africaine. La Gazelle Rouge. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, Paris, LV, n° 4, p. 327-332.

NEUVILLE R. et RUHLMANN A. (1941). — La place du Paléolithique ancien dans le Quaternaire marocain. Coll. *Hespéris*, Paris, n° VIII, 156 p., 49 fig., 6 Pl.

POMEL A. (1894). — Monographie des Vertébrés fossiles de l'Algérie. V : Les Antilopes Pallas. *Pub. Serv. Géol. Algérie*, Monographie, Paléontologie, 54 p., 15 Pl.

DE POUSARGUES E. (1900). — Sur la présence de la *Gazella isabella* Gr. dans le Sud-Est algérien. *Bull. Mus.*, Paris, VI, p. 341-343.

ROMER A. S. (1928). — Pleistocene Mammals of Algeria. *Logen Mus. Bull.*, 1, n° 2, p. 79-163.

SCLATER P. L. et THOMAS O. (1898). — *The Book of Antelope*, Part. X. Porter, Londres, 245 p., 87 fig., 75 Pl.

THOMAS A. (1894). — On some Gazelles brought by sir Edmund Loder from Algeria. *Proc. Zool. Soc.*, London, pp. 467-472, Pl. XXXII.

TROUESSART E. (1905). — La Faune des Mammifères de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie. *Caus. Scient. Soc. Zool. Fr.*, Paris, 1, n° 10, p. 353-410, 20 fig.

VAUFREY R. (1937). — Compte rendu du Mémoire de RUHLMANN sur les grottes préhistoriques d'El Khenzira (Région de Mazagan). *Anthr.*, Paris, XLVII, p. 380-382.

Planche I

Fig. 1, 1 a. — *Gazella tingitana* nov. sp. — Cheville osseuse gauche (Type) ; 1, vue frontale ; 1 a, vue latérale. × 1/2. — Grotte de Mugharet el Aliya (Tanger).

Fig. 2. — *Gazella tingitana.* — Série dentaire supérieure. × 2/3. — Même gisement.

Fig. 3, 3 a. — *Gazella tingitana.* — Mandibule droite et série dentaire. × 2/3. — Même gisement.

Fig. 4, 4 a. — *Gazella atlantica* Bourg. — Cheville osseuse droite ; 4, face latérale ; 4 a, face frontale. × 1/2. — Grotte de Kifan bel Gomari (Taza).

Fig. 5. — *Gazella atlantica.* — Série dentaire supérieure. × 2/3. — Même gisement.

Fig. 6, 6 a. — *Gazella atlantica.* — Mandibule droite et série dentaire. × 2/3. — Même gisement.

1
2
3
3a
1a
5
4
6
4a
6a

Planche II

Fig. 1, 1 a. — *Gazella dorcas.* — Cheville osseuse droite ; 1, vue frontale ; 1 a, vue latérale. × 1/2. — Grotte de Dar es Soltan (Rabat).

Fig. 2. — *Gazella Cuvieri.* Série dentaire supérieure. × 2/3. — Grotte de Mugharet el Aliya (Tanger).

Fig. 3, 3 a. — *Gazella rufina.* — Fragment de cheville osseuse droite ; 3, vue latérale ; 3 a, section. × 2/3. — Grotte de Mugharet el Aliya (Tanger).

Fig. 4. — *Gazella rufina.* — Série dentaire supérieure. × 2/3. — Grotte Mugharet el Aliya (Tanger).

Fig. 5. — *Gazella atlantica.* — M^2 vue de profil. × 3/4. — Grotte de Guyotville (Alger).

Fig. 6. — *Gazella tingitana.* — M^2 vue de profil. × 3/4. — Grotte de Mugharet el Aliya (Tanger).

Fig. 7. — *Gazella Cuvieri.* — M^3 vue par la couronne. × 3/4. — Grotte de Taforelt (Oudjda).

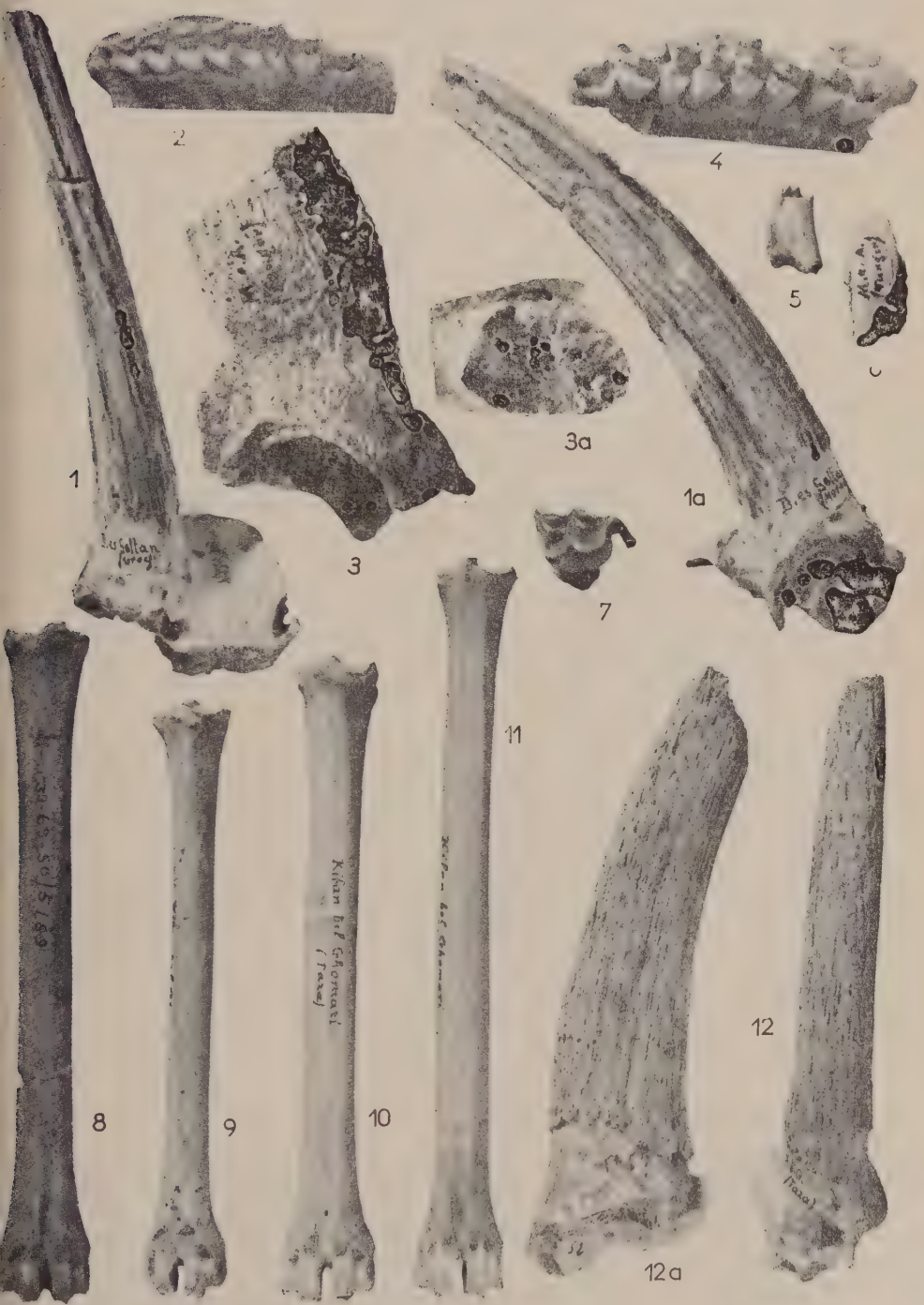
Fig. 8. — *Gazella tingitana.* — Métatarse. × 1/2. — Grotte de Mugharet el Aliya (Tanger).

Fig. 9. — *Gazella dorcas.* — Métatarse. × 1/2. — Grotte de Kifan bel Gomari.

Fig. 10. — *Gazella atlantica.* — Métatarse. × 1/2. — Grotte de Kifan bel Gomari.

Fig. 11. — *Gazella Cuvieri.* — Métatarse. × 1/2. — Grotte de Kifan bel Gomari (Taza).

Fig. 12, 12a. — *Gazella Cuvieri.* — Cheville osseuse gauche ; 12, vue latérale ; 12 a, vue frontale. × 1/2. — Grotte de Kifan bel Gomari (Taza).


2
4
1
3
3a
5
6
1a
7
11
8
9
10
12
12a

Plantes nouvelles du Tibesti

par le Dr P. Quézel

Au cours de l'été et de l'automne 1956, nous avons effectué pour le compte de l'Institut de Recherches Sahariennes de l'Université d'Alger, une mission Botanique au Borkou et au Tibesti. Sur le plan systématique strict, nous avons eu l'occasion de récolter la quasi-totalité de la flore déjà signalée dans cette région ; de plus, près de 170 espèces nouvelles pour ce massif ont été trouvées. La liste complète de nos récoltes, ainsi d'ailleurs que les considérations relatives à la végétation, feront l'objet d'un mémoire de l'I.R.S.. Nous nous contenterons ici, de donner la description des espèces nouvelles ; l'iconographie relative de celles-ci sera également publiée dans le mémoire sus-cité.

Dans cette mission effectuée en compagnie de notre ami et collègue Ph. Bruneau de Miré zoologiste, nous avons visité en particulier, les mares du Borkou, le massif de l'Emi Koussi et toute la bordure sud-occidentale du Tibesti.

Nous tenons ici à remercier bien vivement M. le Pr Humbert qui nous a largement facilité l'accès des herbiers du Laboratoire de Phanérogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle, et qui a bien voulu nous prodiguer, pour les Composées tout spécialement, de précieux conseils.

***

Albuca septentrionalis nov. sp.

Le genre *Albuca* essentiellement sud-africain, n'était représenté jusqu'à ce jour au Nord de l'Equateur que par l'espèce *A. abyssinica* Dryand d'Abyssinie, d'Erythrée et d'Arabie méridionale. La présence d'un représentant de ce genre sur les sommets du Tibesti est très remarquable, d'autant qu'il

fait défaut dans toute l'Afrique inter-tropicale. L'espèce du Tibesti est très différente de celle d'Abyssinie ; elle paraît plutôt se rapprocher de *A. Buchanani* Baker.

En voici la description :

Bulbe ovoïde fauve clair 4 × 3,5 cm, prolongé vers le haut par une gaine fibreuse longue de 3 cm. Feuilles 3-5 linéaires convolutées, 7-15 × 0,2-0,5 cm, vertes, glabres. Hampe florale haute de 20-25 cm, 6-10 flore, nue dans ses deux tiers inférieurs ; bractées, une sous chaque fleur, lancéolées acuminées 1 × 0,3 cm, largement scarieuses sur les marges, 6-8 nervées. Fleurs nutantes, très brièvement pédicellées (1-1,5 mm) longues de 12-15 mm campanulées ; pièces externes de la corolle jaune verdâtre avec une bande brune médiane large de 2-2,5 mm, 5-7 nervée, 12-15 × 3-4 mm, pièces internes présentant leur plus grande largeur dans leur tiers distal de même coloration 12-15 × 4-6 mm, apiculées, glabres. Etamines 6 fertiles longues de 10-12 mm filaments hypogynes nettement dilatés à la base, larges dans leur partie distale de 1 mm environ ; anthères 2-2,5 mm. Ovaire oblong sessile 3-4 mm ; style filiforme 5-6 mm. Capsule à 3 valves, graines mûres non vues.

Bulbus ovatus 4 × 3,5 cm apice fibrosus ; folia 3-5 linearia 7-15 × 0,2-0,5 mm ; scapus 20-25 mm altus 6-10 florus ; pedicelli unibracteati, brevissimi ; bractae refractae, lanceolato acuminatae acutae, margine membranaceae ; perigonium campanulaceum 12-15 mm longum ; tepala luteo viridia externa 10-12 mm ; filamenta basi dilatata, antherae 6 conformae ; ovarium 3-4 mm ; stylum filiforme 5-6 mm.

Habitat : Emi Koussi entre 2.100 et 2.500 mètres, sur le flanc occidental, dans les banquettes terreuses humides à *Tripogon tibesticum* où il est rare, en fleur en septembre-octobre.

Aire de répartition : Endémique.

Eragrostis Kohorica nov. sp.

Cette plante est affine de *E. papposa* (Duf.) Steud, dont elle dérive certainement ; elle s'en distingue néanmoins, par son port en coussinets cespiteux dense, ses inflorescences beau-

coup plus petites contractées et couchées, par ses glumes bien plus courtes, l'inférieure atteignant au plus 0,6 mm et par ses lemmes lancéolées aigues.

Herbe vivace verte à souche cespiteuse dense, formant des touffes rases ; chaumes en général couchés longs de 8-12 cm, lisses ; gaines canelées longuement barbues à la gorge ; ligule formée par une rangée de poils courts ; limbe enroulé 40 × 15-25 mm scabre sur la face interne, atténué en longue pointe ; panicule à pédoncule ne dépassant pas 4 cm, longue de 4-5 cm à axe flexueux ; rameaux solitaires peu nombreux longs au plus de 2,5 cm scabres ; pédoncule des épillets filiforme long de 4-10 mm, flexueux ; épillets linéaires 4-10 × 1,5-1,8 mm à 5-10 fleurs ; glumes lancéolées très inégales aigues, violacées, largement scarieuses, l'inférieure atteignant au plus 0,6 mm la supérieure 1,2 ; lemme lancéolées aigues ; 1.5-1.7 mm, vertes, glabres, trinerviées ; paléoles bicarénées à carènes scabres.

A Eragrostis papposa (*Duf.*) *Steud. differt : Habitu dense caespitoso, culmis 8-12 cm altis, refractis, paniculis contractis ; glumis sub-duplo minoribus, inferioribus 0.6 mm, superioribus 1,2 ; lemmis lanceolatis acutis.*

Habitat : Emi Koussi : dans les pelouses rases des lappiaz volcaniques du versant nord-occidental, 3.000-3.300 mètres.

Chloris tibestica nov. sp.

Cette espèce de *Chloris* est très affine de *C. notocoma* Hochst. des montagnes d'Abyssinie, dont elle possède le port général, ainsi que la forme des épis et de fleurs ; elle s'en distingue cependant, par ses fleurs deux fois plus petites, largement teintées de violet, les cils de la lemme de la fleur fertile isolée sur sa marge interne, et groupés en deux bouquets, l'un subapical, le plus important, l'autre situé un peu au-dessous de sa moitié.

Plante annuelle à feuilles courtes glabres, planes 6-8 × 1.2-0,3 cm, chaume dressés hauts de 20-30 cm, striés, verts, violets sous les nœuds ; feuilles caulinaires 2-3 conformes ; ligule membraneuse très courte ; épis petits 2-3 cm de long à 5-7 branches, rachis grêle scabre ; épillets biflores longs de

2 mm sans les arêtes, largement teintés de violet ; rachéole longue de 0,5 mm entre les deux fleurs ; glumes inégales scabres lancéolées aigues largement scarieuse, la supérieure 2 mm, deux fois plus longue que l'inférieure ; fleur inférieure fertile à lemme inférieure ovale convexe longue de 2 mm, apiculée, portant deux bouquets de cils sur ses marges, l'un subapical, l'autre dans sa moitié, inférieure, à limbre glabre, prolongée en une arête scarieuse longue de 3 mm ; paléole étroite, bidentée ; fleur stérile 1,3 × 3 mm à lemme cunéiforme glabre terminé en une arête longue de 1,5-2 mm ; caryopse non vu.

A Chloris notocoma *Hochst. differt : floribus violaceis, sub-duplo minoribus ; lemmis hermaphroditorum florum pilis duobus fasciculis congestis.*

Habitat : Emi Koussi, flanc occidental à l'étage de l'*Acacia stenocarpa* où il est rare, 2.000 m.

Aire de répartition : Endémique de l'Emi Koussi.

Heleocharis Tibestica nov. sp.

Cette plante entre dans la Section *Radicantes* Beauvard, où elle se place au voisinage immédiat de *H. uniglumis* (Link.) Schult. et *H. palustris* (L.) R. Br.. Toutefois, elle en est très différente par sa taille exigue et ses épillets pauciflores ; par ces caractères, elle se rapproche donc surtout de *H. uniglumis*, dont elle se distingue par ses deux bractées stériles de la base de l'épi, son style très court, et son stylopode non rétracté. Il n'est cependant pas douteux que cette plante dérive d'une de ces deux espèces, relativement fréquentes en Afrique du Nord, et qui ont dû atteindre le Tibesti au cours des phases pluviales quaternaires.

Plante vivace vert glauque ; rhizome stolonifère rougeâtre, produisant une tige florifère à chaque nœud ; tiges florifères dressées 6-12 cm, vêtues à la base de deux gaines, l'interne longue au plus de 1,5 cm, scarieuses, brunâtres, tronquées au sommet ; épi oblong 3-4 mm de long, 6-12 flores rachéole droite non ailée, glabre, intervalle alvéolaire 0,8-1 mm ; glume inférieure 2 × 1,5-2 mm, stérile, ovale, largement herbacée sur le dos, scarieuse, brunâtre sur les marges, glumes

fertiles 1,5-1 mm, ovales, uninerviées, étroitement herbacées sur le dos, largement scarieuses sur les marges, à marges brunâtres intérieurement, blanchâtres extérieurement, largement convexes ; soies périgoniales 3 à aspérités rétrorses dépassant un peu l'akène ; étamines 3, filet 2 mm, anthère jaune 1 mm ; style 0,5 mm, terminé en deux stigmates longs de 1 mm fortement papilleux dans leurs deux tiers supérieurs ; akène obové, brun foncé 1,2-1,3 × 1 mm, lisse, convexe dorsalement ; stylopode conique.

A H. uniglumis (*Link.*) *Schult. differt : caulibus 6-12 cm, spicis 6-12 floris, bibracteatis, 3-4 mm longis : glumis ovatis 1,5 × 1 mm ; staminis filamento 2 mm longo, antheris 1 mm : stylo 0,5 mm, stigmatis 2, 1 mm longis, achaenis astro-fuscis 1,2-1,3 × 1 mm ; stylopidio conico.*

Habitat : Bord des eaux, marécages : Borkou : Kaorchi, Bedo, Tigui. (de Miré 1949 - !).

Tibesti : Yi Yerra.

Clematis tibestica nov. sp.

Cette Clématite que nous avions primitivement rapporté à *C. Thunbergii* Steud (*C. hirsuta* Guill. et Pers.) se place plus précisément au voisinage de *C. simensis* Fres. (= *C. altissima* Hutch.) déjà signalé sur le Mont Cameroun, le pic Clarence à Fernando Po, au J. Marra, et sur les montagnes de l'Afrique Equatoriale et Orientale. En réalité, par ses folioles à petites dents aigues, ses panicules peu florifères, plus courtes que les feuilles, elle semblerait pouvoir se rapporter à *C. Chariensis* Chevalier, dont le types sont malheureusement actuellement introuvables, si cette espèce est en réalité distincte de *C. simensis*. De toute façon, la plante du Tibesti se distingue de toutes ses congénères africaines s'inscrivant dans la même lignée, par ses fleurs bien plus grandes, larges de 3 cm et non 2, par ses panicules latérales 3-7 flores très courtement pédonculées, bien plus courtes que la feuille qui les axille ; enfin par ses feuilles presque glabres sur les deux faces, ne présentant çà et là que quelques poils dressés sur les nervures. Pour toutes ces raisons, il nous a semblé sage de la décrire en tant

qu'espèce. Seule une révision des Clématites africaines et la résurrection des types de Chevalier permettront d'en préciser la valeur exacte.

Plante à souche ligneuse rampante, émettant chaque année des tiges de 3-10 mètres de long, anguleuses, striées, finement pubescente ; pétiole long de 3-6 cm pubescent, feuilles atteignant jusqu'à 15 cm, à 5 folioles longuement pétiolulés (1-3 cm) ceux-ci lancéolés très aigus, dentés sur toute la périphérie à dents nombreuses (40-60) acuminées, 4-6 × 2-3 cm ne présentant quelques poils dressés que sur les nervures ; fleurs en panicule latérale et terminale, les latérales 3-7 flores, à pédoncule ne dépassant pas 2 cm, bien plus courtes que les feuilles qui les axillent ; pédicelles 1-1,5 cm, fleurs larges de 3-3,5 cm ; pièces florales hispides sur les deux faces ; les externes largement ovales obtuses, 1,5-0,7-0,8 cm, les internes linéaires, 1,5 × 0,3 cm ; filets hérissés dans leur moitié inférieure ; carpelles courbés, dépassant 3 cm à maturité, hérissés.

A Clematis chariensis *Chevalier differt : floribus majusculis usque 3,5 cm longis, paniculis 3-7 floris, brevibus, foliis haud aequantibus ; foliis utrinque pagine sub-glabris ; sepalis externis 4 ovatis, obtusis, 1,5 × 0,7-0,8 cm, linearibus 1,5 × 3 mm.*

Habitat : Etage montagnard entre 2.100 et 2.400 mètres.

Emi Koussi : (Mi 1949 - !) Koudou à l'étage de l'*Acacia stenocarpa* où elle est rare et localisée au bord des gueltas les plus importantes souvent dans des abris sous roche. En six jours d'exploration, nous n'en avons vu que 5 pieds.

Toussidé : Haut Enneri Mi. (Mi 1956), rare.

Aire de répartition : Endémique du Tibesti.

Kosteletzkya borkouana nov. sp.

Ce *Kosteletzkya* présente ses plus grandes affinités avec *K. adoensis* Hochst. d'Afrique orientale dont il possède en particulier, la ligne des poils ramifiés très courts s'étendant le long de la tige d'une feuille à l'autre et alternativement de chaque côté. Il en diffère cependant par les longs poils hérissés qui le revêtent entièrement, ses feuilles pentagonales à pétiole

assez court, ses fleurs groupées par 2 ou 3 au sommet de pédoncules plus longs que le pétiole de la feuille axillante, celles-ci petites, à pétales à peine plus longs que les sépales, et enfin par ses graines revêtues de petites écailles alignées assez denses.

Herbe ou arbrisseau vivace pouvant atteindre 1 mètre de haut à tiges arrondies, entièrement revêtu de poils dressés denses simples ou étoilés, longs de 2-3 mm ; tige présentant latéralement entre les feuilles et alternativement d'un côté puis de l'autre, une ligne de poils ramifiés très courts et très denses ; feuilles à pétiole ne dépassant pas 2 cm, pentagonales, denticulées à la périphérie, aigues, pentanerviées, cordées à la base 4-7 × 4-7 cm ; pédoncules floraux isolés à l'aisselle des feuilles longs de 2-3 cm, fleurs 2-3 contractées au sommet, épicalice, 7-10 filaments linéaires aigus longs de 3,5-4 mm, calice à 5 lobes triangulaires aigus 5 mm ; pétales jaunes revêtus de poils ramifiés, ovales, 6-6,5 × 5-5,5 mm ; partie terminale de l'inflorescence nettement plus contractées ; colonne staminale aussi longue que les pétales ; 5 styles ; capsule hispide pentagonale déprimée 0,9-1 cm, 5 loculaires, chaque loge déhiscente suivant une ligne médiane fortement saillante ; une graine par loge, fauve, fortement convexe, 1,8 × 3 mm, ornée de petites écailles squamiformes alignées et assez denses.

A Kosteletzkya adoensis *Hoscht. differt : caulibus, foliis, sepalis pilis erectis vel basi stellatis 2-3 mm longis praeditis ; foliis pentalobatis, pentanerviis, 4-7 × 4-7 cm, pedunculis petiolum superantibus ; floribus 2-3 congestis, subduplo minoribus ; seminibus densiter squamiferis.*

Habitat : Borkou, Tigui auprès des sources et dans la mare, rare.

Aire de répartition : Endémique.

Lotus Borkouanus nov. sp.

Ce *Lotus* appartient à la Section *Erythrolotus* Brad, et par ses bractées simples, sa carène courtement rostrée, se place au voisinage immédiate de *L. arabicus* L. et *L. mossamedensis* Welw. ; par ses fleurs solitaires et ses gousses courtes, il est surtout affine de cette dernière espèce. Il s'en distingue cepen-

dant facilement par sa grande taille, ses fleurs très brièvement pédonculées, et par ses gousses larges et trapues ne dépassant pas 18 mm de long.

En voici la description :

Plante annuelle dressée, atteignant 50 cm de haut, à tiges herbacées ramifiées, hérissées de poils courts ; feuilles à 3 folioles courtement pétiolés, obovales, en coin à la base, apiculés, hispides sur la face inférieure et les marges nettement convolutées, 4-6 × 3-4 mm ; stipules 2 sessiles, conformes, mais de moitié plus petites; entre-nœuds longs de 1-1,5 cm ; fleurs isolées à l'aisselle des feuilles, à pédoncule très court (1 mm), hispide, s'allongeant un peu sous la gousse (2-3 mm), calice 5 mm, hispide, à dents linéaires aigues subégales longues de 3 mm ; corolle rose n'excédant pas les dents du calice, carène à rostre court ; gousse fauve clair très glabre, 12-18 × 3,5-4 mm, à peine apiculée au sommet, graines 6-10 arrondies aplaties sur les deux faces, 1,5 mm de diamètre, fauves tachées de noir.

A L. mossamedensis *Welw. differt : caulis erectis usque ad 50 cm altis, foliolis 4-6 × 3-4 mm revolutis inferne margineque hirtellis, superne glabris ; floribus solitariis breviter pedunculatis ; lobis calycinis corollam subaequantibus ; legumine 12-18 × 3,5-4 mm, 6-10 ovulato ; seminibus subrotundis 1,5 mm, faciebus complanatis fuscis atro punctulatis.*

Habitat : Borkou à Kirdimi autour des sources où il est rare.

Aire de répartition : Endémique.

Erodium oreophilum nov. sp.

Cette espèce qui appartient à la sous-section *Pelargoniflora* Bruhm. de la section *Barbata* Boiss., se place tout à côté de deux espèces orophiles nord-africaines : *E. atlanticum* Coss. du Haut-Atlas et *Erodium Battandierianum* Rouy des montagnes de Numidie ; cette dernière espèce étant d'ailleurs très affine de *E. asplenioides* (Desf.) Willd. des sommets de la Sierra Nevada. Il se distingue toutefois facilement de toutes ces espèces par sa taille extrêmement exigue et son rostre court.

En voici la description :

Souche vivace épaisse, brunâtre, atteignant 5 mm de diamètre, revêtue au collet des débris des feuilles antérieures, simple ou ramifiée. Feuilles toutes radicales, entièrement revêtues de poils raides et courts, blanchâtres, longues tout au plus de 2 cm ; pétiole long de 1 cm en moyenne, limbe ovale, 0,8-1 × 0,4-0,5 cm, cordé à la base, obtus, crénelé sur ses bords, avec en général deux lobes nettement marqués dans son quart inférieur ; stipules pourprés, deltoïdes, ciliés, longs de 2 mm ; pédoncules basals peu nombreux, longs de 1,5-2 cm, grêles, 2-5 flores, à pilosité dense mais très courte ; bractées de l'involucre 3-4, deltoïdes obtuses très courtes, brunâtres, pédicelles 3-4 mm, filiformes ; sépales ovales 2-3 mm sur la fleur, 4 sur le fruit, mucronés, 5 nerviés pourprés latéralement et nettement scarieux sur les marges ; pétales roses, ovales longs 5 mm obtus ; étamines plus courtes que le calice, les 5 squamiformes longues de 2 mm, style à 5 stigmates étoilés, plus court que les étamines ; rostre long de 15-18 mm, hispide, graines brun fauve longues de 4-5 mm, hérissées de poils raides.

Affine E. atlantico *et* E. Battandieriano, *quibus differt, statura humili, foliis 2 cm longis, pedunculis 1,5-2 cm, floribus sub-duplo minoribus, rostro 15-20 mm longo.*

Habitat : Cette curieuse espèce est localisée dans les pelouses rares situées dans les lappiaz volcaniques de flanc nord-occidental de l'Emi Koussi où elle paraît rare (3.100-3.300 mètres).

Aire de répartition : Endémique de l'Emi Koussi.

Epilobium Mirei nov. sp.

Cette Epilobe a été récolté pour la première fois par Ph. Bruneau de Miré, à Alianga dans le Borkou, en 1949. Son échantillon, en assez mauvais état avait été rapporté par nous à *E. Schimperianum* A. Rich. Au cours de notre mission, nous avons retrouvé cette plante avec quelque abondance à Tigui, toujours dans le Borkou. De l'examen de nos exemplaires, il apparaît qu'il s'agit en réalité d'une espèce nouvelle dont les

affinités doivent être recherchées avec *E. parviflorum* Schreb. Elle en diffère par sa pubescence très courte, ses feuilles fortement dentées beaucoup plus petites, et ses fleurs deux fois plus grandes.

Plante dressée haute de 100-150 cm, à tige arrondie, robuste, jaunâtre, hispide, ramifiée, densément feuillée ; feuilles ovales lancéolées sub-sessiles, parfois un peu embrassantes à la base, fortement dentées sur les marges, 20-28 × 6-8 mm, hérissées çà et là de longs poils flexueux épars, alternes ou sub-opposées ; entre-nœuds courts, 3-10 mm ; fleurs isolées à l'aisselle des feuilles supérieures, sessiles, ovaires courtement hispide, long de 20-30 mm, sépales lancéolés aigus, uninerviés, hispides, 6 × 1,5 mm, aigus mais non mucronés, fleurs épanouies larges de 1 cm ; pétales égaux, bilobés, presque deux fois plus longs que les sépales, glabres, rose pourpré ; étamines 8 les plus grandes atteignant la longueur des lobes du calice, à filet filiforme dilaté dans son tiers inférieur ; style à 4 stigmates étalés en croix, aussi long que les pétales ; capsule pubérulente 30-40 × 2-2,5 mm, nettement pédonculée, obtuse au sommet ; graines très nombreuses, fauves, ovoïdes, très petites, 0,80 × 0,4 mm, densément papilleuse, à aigrette blanche atteignant 8 mm.

Ab E. parviflorum *Schreb. differt : foliis denticulatis, 20-28 × 6-8 mm, sepalis lanceolato-acutis 6 × 1,5 mm; floribus sub-duplo majoribus, petalis sepala longue superantibus, stylo petalis subaequilongo, seminibus flavis (nec bruneis) dense papillosis.*

Habitat : Borkou : Marécages à Alianga (de Miré 1949), Tigui auprès des sources où elle est rare.

Aire de répartition : Endémique.

Foeniculum scoparium nov. sp.

Cette espèce, dont les affinités avec *F. officinale* All. sont évidentes, représente au Tibesti une intéressante relique de souche méditerranéenne. Il diffère de ce dernier par ses tiges très nombreuses, hautes de 1 m 5 et plus, issues d'une souche commune, intriquées, à feuilles caulinaires très réduites, si bien que la plante du Tibesti présente très exactement le port

de *Pithuranthos scoparius*, ses feuilles basilaires à gaine longue biauriculée, et enfin par ses graines présentant leurs faces des crêtes secondaires très nettes.

Plante vivace, très odorante, glabre, haute de 1,5-2 m ; tiges dressées très nombreuses, intriquées, striées, ramifiées ; feuilles inférieures basilaires, longues de 30-35 cm, à pétiole atteignant 20 cm, dilaté dans sa moitié inférieure en gaine amplexicaule large de 1,5 cm largement scarieuse sur les marges, à limbe 3-4 pinnatiseclé à lanières nombreuses filiformes ; feuilles caulinaires très réduites, le plus souvent filiformes, les inférieures pouvant atteindre 5-7 cm, présentant parfois 2-6 lobes latéraux longs tout au plus de 3-4 mm, les supérieures toujours simples 1-4 cm, filiformes très tôt caduques ; ombelles à 3-6 rayons longs de 1,5-2 cm, bractées caduques non vues ; ombellules 8-12 flore ; fleurs à pédicelle très court, n'excédant pas 3 mm ; fleurs larges de 1,2 mm conformes ; graines longues de 5 mm à goût d'anis très accusé, présentant des stries saillantes secondaires très nettes entre les 6 crêtes primaires très saillantes, jaunâtres, formées par les nervures.

A Fœniculum officinale *All. differt : caulibus permultis, intricatis, foliis basilariis longissime petiolatis, vagina dilatata 1,5 cm lata, apice bi-auriculata ; foliis caulinaris reductis, linearibus ; umbellis 5-6 radiatis ; umbellulis 8-12 floris brevissime pedicellatis ; seminibus faciebus distincte striatis.*

Habitat : Emi Koussi ; versant méridional, thalwegs encaissés entre 2.200.-2.600 m. Toussidé : Enneri du flanc méridional 2.100 m. (Mi 1956).

Aire de répartition : Endémique.

N. B. -- *Fœniculum officinale* est signalé du J. Marra au Soudan ; il serait intéressant de vérifier, s'il ne s'agit pas là en réalité de l'espèce ci-dessus.

Pentas tibestica nov. sp.

Cette plante est affine de *P. carnea* des montagnes d'Afrique et d'Asie tropicales ; elle en diffère cependant par ses fleurs deux fois plus petites, le tube de sa corolle dilaté dans

tout son tiers supérieur, par les divisions de son calice linéaires aigues, et par ses capsules recouvertes d'une pilosité apprimée très courte, à sillons très accusés, et presque deux fois plus grosses.

Buisson sous-frutescent haut de 40-60 cm à tiges dressées ligneuses à la base, herbacées ensuite, recouvertes d'un tomentum dense de poils blanchâtres très courts plus ou moins spiralés. Feuilles lancéolées, opposées, à une seule nervure principale, très apparente sur la face inférieure, 4-7 × 1,5-2,5 cm, recouvertes de poils conformes sur les nervures et la face inférieure, à peine pubescentes sur la face supérieure ; bractées brunâtres très courtes, hispides, à 4-6 dents. Inflorescences terminales, en cyme bipare plus ou moins composée, contractée, multiflores, pouvant atteindre 7 cm de diamètre ; pédoncules floraux longs de 0,8-1,5 cm pourvu de une ou plusieurs paires de bractées très courtes ; pédicelles longs au plus de 3 mm ; calice court, ovoïde 2-2,5 mm à lobes linéaires 4-5 × 1 mm, acrescents, hispide de poils conformes ; corolle rosée, hispide sur sa face externe et à la gorge, à tube long de 20-25 mm, large de 1,5 dans ses deux tiers inférieurs, brusquement dilaté dans son tiers supérieur où il atteint 3 mm de large ; lobes de la corolle lancéolés aigus 4-5 × 1,5 mm ; anthères incluses 3 × 1 mm à filet très court ; style filiforme dépassant le tube de 3-4 mm, stigmates 2, villeux beaucoup plus larges que lui, 2 × 1,2 mm ; capsule courtement hispide, à deux loges très apparentes, pyramidale, 7-8 × 7 mm, présentant 10 nervures très saillantes, couronnée par les lobes calicinaux accrescents linéaires, inégaux, atteignant jusqu'à 7 mm ; graines brunes pyramidales très petites, réticulées en surface.

A Pentas carnea *Benth. differt : floribus sub-duplo minoribus, 2-2,5 × 0,8-1 (nec 3,5-4 × 1,4-1,6 mm), tubo superne longe dilatato (nec vix dilatato) ; antheris sub-duplo majoribus ; capsulis pyramidalis 7-8 × 7 mm) (nec 6 × 5 mm) nervis incrassatis, lobis linearibus ; indumento breviore.*

Habitat : Cette magnifique espèce est très abondante sur le flanc sud-occidental de l'Emi Koussi entre 2.100 et 2.500 mètres, elle fleurit en septembre-octobre. Elle existe également sur le versant sud-occidental du Toussidé (Enneri Mi, de Miré 1956)

aux mêmes altitudes ; la plante du Toussidé n'est pas identique à celle de l'Emi Koussi, elle en constitue une variété qui se distingue, par ses feuilles largement lancéolées presque deux fois plus grandes, et ses fleurs plus petites à tube presque deux fois plus court.

Pentas tibestica Quézel var. **parviflora** nov. var. : *A typo, var.* tibestica *differt, foliis ovatis 6-7 × 2 cm (nec 4-6 × 1 cm), corola 0,8 cm lata (nec 1-1,2), tubo 12-14 mm (nec 20-25).*

Aire de répartition : Endémique ; var. *tibestica* : Emi Koussi, var. *parviflora* : Toussidé.

Oldenlandia Toussidana nov. sp.

Cette plante récoltée pour la première fois par Th. Monod avait été rapportée avec doute par Maire à *O. goreensis* (D.C.) Summerh. Si c'est bien avec cette espèce qu'elle présente ses plus grandes affinités, elle n'en constitue pas moins une espèce assez tranchée. En effet, elle se distingue facilement de cette dernière, par ses feuilles largement ovales-arrondies distinctement pétiolées, glabres sur les marges, par ses fleurs deux fois plus petites, son calice densément hispide à lobes ovales-lancéolés.

En voici la description :

Plante couchée ou pendante, à longues tiges decumbantes vertes pouvant atteindre 40 cm de long, à souche herbacée. Feuilles opposées lancéolées-ovales 20-30 × 10-15 mm, très entières, glabres, atténuées à la base en pétiole long de 2-5 mm ; spitules très courtes 1-2 mm bi-cuspidées ciliées. Fleurs en glomérules très denses (20-30 flore) à l'aisselle des feuilles, larges de 8-12 mm. Entre-nœuds longs en général de plus de 4 cm, pédicelles très courts 1-1,5 mm ; fleurs larges de 2-2,5 mm, rosées, calice tetramère, densément hispide par des poils raides hyalins, à lobes lancéolés obtus ne dépassant pas 1 mm de long ; tube de la corolle très court, lobes largement ovales, aussi larges que longs, obtus ; étamines à filet long de 1 mm, filiforme, anthères arrondies 0,5-0,6 mm ; style très court ; capsule à maturité, 2-1,8 mm, hispide ; graines noires très petites.

A Oldenlandia goreensis (*DC.*) *Summerh. differt : foliis ovatis 20-30 × 10-15, glabris, distincte pedicellatis (nec linearibus, margine hirtellis, sessilibus) ; floribus sub-duplo minoribus, lobis calycinis lanceolato-ovatis, obtusis (nec linearis acutis) ; petalis ovatis obtusis glabris 5 nervatis (nec lanceolatis acutis sub-cuculatis, extus medio pilis conformis lineatis praeditis, 3 nervatis).*

Cette plante se présente sous deux formes distinctes dans les fumerolles du Toussidé, 3.000-3.200 m où elle est abondante : la forme type localisée autour des bouches des fumerolles, et une forme *minuta* conforme mais 4 ou 5 fois plus réduite dans toutes ses parties, dans les pelouses rases qui se forment sur le sol à proximité de ces bouches de chaleur et l'humidité.

Aire de répartition : Endémique du Toussidé.

Celsia tibestica nov. sp.

Cette plante, bien que voisine de *C. longirostris* Murbeck avec laquelle elle cohabite d'ailleurs, s'en distingue toutefois par sa souche vivace, ses feuilles entières simplement dentées sur les marges par ses pédicelles pas plus longs que la capsule, et ses fleurs presque deux fois plus petites.

Plante vivace, à souche ligneuse, feuilles basilaires lancéolées 4-6 × 1-1,5 cm crénelées denticulées latéralement, courtement glanduleuses sur les 2 faces ; tiges florifères hautes de 50-60 cm, feuilles caulinaires conformes mais longues tout au plus de 1,5 cm ; inflorescence un peu ramifiée à la base ; fleurs à pédicelle court, ne dépassant pas 4 mm sous la fleur et 6 mm sous la capsule ; fleurs jaunes petites, larges de 6-8 mm à corolle glabre ; capsule longue de 7-8 mm, ovoïde.

A Celsia longirostris *Murbeck differt : radice lignosa, foliis basilariis integris margine crenulato-denticulatis 4-6 × 1-1,5 mm, caulinariis reductis 1,5 longis ; floribus sub-duplo minoribus, pedicello capsulam subaequalante.*

Habitat : Emi Koussi versant occidental, à Koudou à l'étage de l'*Acacia stenocarpa*, 1.800-2.000 mètres.

Aire de répartition : Endémique.

Trichodesma giganteum nov. sp.

A côté de *T. africanum* existe sur le Tibesti, une deuxième espèce beaucoup plus localisée, extrêmement caractérisée par sa taille considérable pouvant dépasser 2 mètres, la dimension de ses fleurs et de ses feuilles, sa tige à peine hispide, et enfin par sa souche ligneuse atteignant souvent plus de 50 cm de haut. Par ce dernier caractère, notre espèce doit se placer à côté des *Trichodesma* vivaces et sous-ligneux, particulièrement bien représentés sur les montagnes de l'Afrique Orientale ; elle paraît présenter ses affinités les plus étroites avec *T. Shimperi* Baker d'Abyssinie.

En voici la description :

Plante vivace à souche ligneuse épaisse pouvant atteindre 50 cm de haut et le diamètre du bras, souvent décombante ; tiges florifères hautes de 1,5 - 2,2 mètres dressées, à peine rameuses, ne présentant çà et là que de rares épines tuberculées à la base ; feuilles caulinaires ovales-aigues 10-20 × 4-6 cm, éparsement couvertes de poils conformes, atténuées à la base, pétiole long de 4-6 cm ; feuilles de l'inflorescence conformes mais de plus en plus réduites, sessiles ; inflorescence longue de 30-50 cm, très dense, à rameaux lâches ; pédicelles longs de 1-2 cm hérissés de longs poils raides ; calice hispide, long sur la fleur de 9-11 cm, et sur le fruit de 12-15 à lobes linéaires aigus 7-8 × 2-3 mm ; fleurs larges de 18-20 mm, brunâtres au centre, jaunâtres à la périphérie, rotacées, à lobes triangulaires longuement acuminés glabres ; anthères longuement hispides, les appendices glabres, aussi longs que les anthères, l'ensemble atteignant 8-9 mm ; graines 5 × 3 mm noires, lisses sur la face ventrale, uniformément papilleuse sur la face dorsale, entourée par une marge denticulée, régulière, redressée, large tout au plus de 1 mm.

Caulis basi lignosis usque ad 50 cm longis, floriferis 150-220 cm altis ; foliis inferioribus ovato-acutis 10-20 × 4-6 cm, longe petiolatis, sparse tuberculatis ; paniculis densis 30-50 cm longe ramosis, calyce 9-11 mm lobis linearis acutis ; floribus 18-20 cm latis, bruneis, externe luteis, lobis triangulari-acutis, glabris ; seminis 5 × 3 mm atris, ventaliter laevibus, dorsaliter papillosis, margine denticulato, 1 mm lato, erecto.

Habitat : Emi Koussi, thalwegs des vallées dans la zone à *Acacia stenocarpa,* 2.000-2.400 m, sur le flanc méridional et occidental.

Toussidé : Enneri Mi (De Miré 1956).

Les échantillons du Toussidé bien que conformes au type de l'Emi Koussi, sont cependant plus densément hispides.

Aire de répartition : Endémique.

Nepeta Mirei nov. sp.

Cette plante a été récoltée pour la première fois par Ph. Bruneau de Miré en 1949, sur les sommets du Koussi. Nous avions (cf. Chevassut et Quézel 1956) rapporté son échantillon à *Nepeta tibestica* Maire bien qu'il présentat des différences avec le type de Maire. Nous avons revu sur le terrain ces deux plantes qui d'ailleurs cohabitent et qui sont reconnaissables du premier coup d'œil. Leur distinction spécifique n'est pas douteuse. *Nepeta Mirei* se distingue en effet de *N. tibestica* par son indument blanchâtre apprimé très dense, par ses feuilles longuement pétiolées par ses tiges florifères bien plus courtes, le tube de son calice plus court à lobes largement triangulaires-obtus, par sa corolle d'un bleu plus pâle, bien plus petite.

Plante vivace haute de 40-50 cm, rameuse, entièrement revêtue d'un épais tomentum de poils blanchâtres simples et apprimés, sauf sur la face supérieure des feuilles qui reste verte, quoique très hirsute sur les jeunes pousses, puis devient ensuite densément tomenteuse ; feuilles toutes semblables, à pétiole aussi long que le limbe, celui-ci triangulaire 10-15 lobé sur les marges, 7-12 × 6-11 mm ; feuilles florifères conformes mais plus petites, les supérieures atteignant au plus 4 mm, mais toujours nettement pétiolées ; épi florifère court, ne dépassant pas 6-7 cm ; verticilles denses, multiflores, dichases très brièvement pédonculées, bractées largement triangulaires, aussi larges que longues, bien plus courtes que le calice ; calice tubuleux, ne dépassant pas 5 mm de long, 15 nervié, à lobe triangulaires obtus, une fois et demi

plus longs que larges 1,5-0,7 mm ; les trois supérieurs plus courts, corolle bleue extérieurement densément villeuse, longue de 1 cm en moyenne, à lobe antérieur bien plus petit que chez *N. tibestica* ; akènes 1,5-0,8 brunes.

A Nepeta tibestica *Maire differt : habitu densissime tomentosi ; foliis triangularis lobatis 7-12 × 6-11 mm, longe petiolatis, superioribus reductis sed conformis ; spicastris 6-7 cm longis ; bracteis triangularis tam longis quam latis tubo calycino multo brevioribus ; calyce 5 mm longo lobis triangulari-obtusis ; corola 1 cm longa.*

Habitat : Emi Koussi, dans les lappiaz volcaniques du sommet où il est abondant, 3.100-3.450 m.

Aire de répartition : Endémique de l'Emi Koussi.

Walhenbergia tibestica nov. sp.

Cette minuscule Campanulacée se développe sur les vases humides des bords de Guelta sur le versant sud-occidental du Tibesti ; nous l'avons rencontrée dans l'Enneri Maro (Lobogué) et dans l'Enneri Saado. Sa position systématique est assez délicate à préciser ; elle paraît toutefois assez proche de *W. Bernardi* décrite par Leredde du Tassili des Ajjer, qui, comme elle possède 5 sépales, 5 pétales et 5 étamines. Toutefois, cette dernière espèce présente une capsule déhiscente par 3 lobes, alors que la nôtre n'en possède que 2 ; par ce dernier caractère, la plante du Tibesti se rapproche davantage de *W. campanuloides* (Del.) Watke qui représente sans doute la souche de ces deux espèces.

En voici la description :

Petite plante dressée, rameuse dès la base, densément hispide, de longs poils raides, haute de 3-6 cm, annuelle, feuilles linéaires lancéolées entières, 15-25 × 1-6 cm subopposées sur la tige, à peine pétiolées. Fleurs isolées à l'aisselle des feuilles, minuscules, n'atteignant pas 3 mm de long, sub-sessiles ; lobes du calice lancéolés aigus 1,2 × 0,8 mm, hispides ; corolle campanulacée plus courte que les lobes du calice ; étamines 5 ; capsule à 2 loges ; graines très nombreuses non vues à maturité.

A W. campanuloides (*Del.*) *Vatke differt : foliis integris sub-oppositis ; sepalis petalis staminisque 5 ; corolla lobis calycinis subduplo breviore.*

Aire de répartition : Endémique.

Dichrocephala tibestica nov. sp.

Cette plante présente ses affinités les plus grandes avec *D. chrysanthemifolia* DC. signalée en Afrique sur les sommets de Madagascar, de Fernando Po, du Cameroun, d'Abyssinie et du Marra. Bien que participant certainement au même taxa, *D. tibestica* par son degré considérable d'individualisation morphologique, traduit un isolement déjà ancien. Elle diffère en effet de la plante des hautes montagnes tropicales d'Afrique, par ses feuilles à lobes très obtus, par ses capitules deux fois plus petits, par la corolle des fleurs femelles à lobes obtus, très brièvement tubulaire, et par ses étamines très courtement apiculées au sommet.

Plante herbacée ou sous-ligneuse à la base, haute de 20-30 cm, densément hérissée de poils raides sur toutes ses parties ; feuilles toutes semblables, incisées lyrées à 2-6 lobes latéraux régulièrement alternés, ovales, à peine dentés sur les marges, le terminal arrondi plus ou moins 3-5 lobé, 2-6 × 1-2,5 cm, atténuées dans leur tiers inférieur, largement auriculées amplexicaules à leur base ; inflorescence terminale en panicule 2-5 flore, pédoncules 2-4 cm, portant 1-2 bractées lancéolées très courtes ; capitules globuleux arrondis 4 × 4 mm; écailles de l'involucre 6-8 herbacées ovales ciliées sur les marges, atteignant tout au plus 1,5 mm ; réceptacle arrondi, apiculé au sommet, glabre ; fleurs des 3 rangées externes femelles, jaunes, les internes hermaphrodites pourprées, toutes à corolle semblable, campanulées, à 3-4 lobes largement ovales, larges de 1 mm, rétrécie en un tube très court, long tout au plus de 0,4 mm ; étamines 0,5-0,7 mm, filet et anthères sensiblement de la même longueur, celles-ci à peine apiculées à leur sommet ; akènes obovales glabres, comprimées, lisses, non papilleux à leur apex 1,1-1,3 × 0,4-0,5 mm.

A Dichrocephala chrysanthemifolia *DC. differt : foliis lobis ovatis, obtusis, vix denticulatis nec mucronatis ; pani-*

culis 2-6 floris ; capitulis subduplo minoribus ; floribus late campanulatis, lobis ovatis obtusis, tubo abbreviato 0,4 mm longo ; staminis vix apiculatis ; achaenis laevis nec apice papillosis.

Habitat : Cette remarquable espèce est étroitement localisée dans les petites pelouses humides situées au fond des lappiaz volcaniques du flanc nord-occidental de l'Emi Koussi vers 3.200 mètres ; elle est certainement extrêmement rare, nous n'en avons guère plus d'une vingtaine de pieds en plus de 3 jours d'exploration minutieuse de cette localité.

Aire de répartition : Endémique de l'Emi Koussi.

Artemisia Tilhoana nov. sp.

Cette armoise extrêmement abondante au-dessus de 2.800 mètres, et qui d'ailleurs constitue un des éléments les plus représentatifs de l'étage culminal du Tibesti, a été découverte sur l'Emi Koussi par Tilho (cf. Maire 1935), récoltée ensuite par Monod en diverses localités, toutes situées au-dessus de 3.000 mètres, elle avait été rapportée à *A. abyssinica* Schultz Bip. Nous avons pu comparer nos échantillons à des exemplaires de cette dernière espèce en provenance du N-E de l'Ethiopie, récoltés par Schimper et déposés dans l'Herbier général du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris ; ils en sont très différents, et il est impossible de considérer l'Armoise du Tibesti, comme appartenant à cette espèce. *Artemisia abyssinica* en effet, est une espèce à tiges herbacées peu nombreuses, haut tout au plus de 30 à 40 cm, et non un buisson ligneux pouvant dépasser un mètre de hauteur ; les divisions de ses feuilles sont beaucoup plus étroites et allongées, ses fleurs deux fois plus petites.

Artemisia Tilhoana paraît au contraire bien plus voisine de *A. alba* Turra dont elle se distingue cependant par son port buissonnant, ses feuilles simplement pinnatisséctées très glabres, ses fleurs, atteignant 5 mm de diamètre, son involucre glabre, et ses achènes non rétrécis au sommet.

En voici la description :

Plante buissonnante pouvant atteindre 1 mètre 50 de haut, ligneuse jusque dans ses rameaux supérieurs ; tiges florifères érigées longues de 20-30 cm, à rameaux striés brun clair, glabres ; feuilles longues de 1-1,5 cm, pinnatisséctées, à 7-11 divisions longues de 1,5-3 mm, larges de 0,6-0,8 mm, obtuses ou à peine mucronulées, rigides ; feuilles de l'inflorescence plus petites ; inflorescence en grappe longue de 10-12 cm, rameuse à la base, capitules en général isolés, dépassant la bractée, à pédoncule long de 1-3 mm, larges de 5 mm, hémisphériques, multiflores ; bractées de l'involubre glabres, longues de 2-3 mm, larges de 1-1,5, obtuses, largement scarieuses sur les marges ; réceptacle glabre, pyramidal, noir, fleurs presque toutes hermaphrodites fertiles, quelques-unes femelles stériles à la périphérie ; akènes cylindriques striés, longs de 1 mm au plus.

A Artemisia alba *Turra differt : caulibus ramosissimis, intricatis, lignosis usque 150 cm altis, pallide luteis, foliis pinnatissectis, glabris, 7-11 lobatis, 1-1,5 cm longis, subcarnosis ; capitulis 5 mm latis, foliis superantibus, pedunculo 1-3 mm ; anthodiis phyllis, glabrissimis, receptaculo pyramidali atro, glabro ; achaenis cylindraceis striatis.*

Artemisia Tilhoana représente indiscutablement au Tibesti, la lignée *A. alba* Turra = *A. camphorata* Vill. Son degré élevé de spécialisation traduit cependant un isolement déjà ancien. *Artemisia alba* en effet est une espèce surtout répandue en Europe occidentale jusqu'en Hongrie où elle est assez variable. En Afrique du Nord, elle est connue du Djurdjura : var. *kabylica* (Batt.) et des Atlas marocains : ssp. *chitachensis* Maire avec deux variétés : var. *typica* Quézel du Haut Atlas central, et var. *mesatlantica* Quézel du Moyen Atlas oriental.

Habitat : Tous les sommets du Tibesti au-dessus de 2.800 mètres ; peut descendre exceptionnellement dans les ravins encaissés à moins de 2.000 mètres ; extrêmement abondante sur l'Emi Koussi où elle constitue à elle seule la quasi-totalité de la population végétale du cratère Kohor. Les graines sont recueillies et consommées par les indigènes.

Aire de répartition : Endémique.

Helichrysum Monodianum nov. sp.

Cette magnifique plante représente sur les sommets de l'Emi Koussi, une lignée typiquement oro-africaine, groupant plusieurs espèces sur les hautes montagnes de l'Afrique tropicale. L'espèce la plus voisine paraît être *H. foetidum* Cass. qui a été signalée sur presque tous les hauts sommets de l'Afrique équatoriale, les îles Mascareignes, l'Abyssinie, le Mont Cameroun et le volcan de Fernando Po. Elle est également proche de *H. cameroonense* Hutch. du Mont Cameroun et de plusieurs autres espèces d'Abyssinie et du Kilimandjaro.

Plante bisannuelle, à tige dressée parfois ramifiée, atteignant jusqu'à 80 cm de haut, à tige revêtue d'un épais tomentum laineux blanc ; feuilles très denses sur la tige, linéaires, aigues au sommet, les inférieures 5-7 × 1.5-1.7 cm, les supérieures conformes mais progressivement plus réduites, non atténuées et embrassantes à la base, densément revêtues sur les faces de poils raides, et sur les marges et la nervure médiane, d'un tomentum laineux ; inflorescence en corymbe large de 8-15 cm, dense, à capitules nombreux ; capitules campanulés, larges de 10-13 mm ; écailles de l'involucre jaune pâle, multisériées, lancéolées aigues, les internes excédant largement les fleurs 2 × 3 mm, entièrement coriaces ; fleurs externes femelles, très nombreuses, filiformes, les internes hermaphrodites nettement dilatées, 5 lobées ; étamines incluses mais presque aussi longues que les fleurs 3,3 mm à filet filiforme aussi long que les anthères, celles-ci apiculées à la base ; réceptacle aréolé nu : akènes brun verdâtre 0,7-0,8 × 0,3-0,4 mm, glabres striées, pappus à 8-10 soies filiformes longues de 3,5-4 mm, barbelées.

A Helichrysum foetidum *Cass. differt : caulibus densiter foliaceis ; internodis abbreviatis ; foliis utrinque pagine hirtellis, nervo medio margineque tomentosis, linearibus acutis nec basi attenuatis ; paniculis densioribus ; capitulinis bracteis lanceolato-acutis integris, coriaceis.*

Habitat : Localisé entre 3.100 et 3.300 mètres dans les lappiaz volcaniques du flanc nord-occidental de l'Emi Koussi, où il est localement abondant dans les pelouses rases un peu humides et dans les abris sous roche.

Aire de répartition : Endémique de l'Emi Koussi.

Pluchea crenata nov. sp.

Cette espèce localisée sur l'Emi Koussi, à des altitudes comprises entre 2.300 et 2.700 m avait été récoltée pour la première fois par Ph. Bruneau de Miré en 1949. Nous l'avions rapportée alors à *P. Dioscoridis* DC, déjà recueillie par Ph. Monod dans le massif à Modra. Il s'agit là en réalité, d'une espèce différente bien reconnaissable par les dents très marquées et peu nombreuses qui bordent les feuilles, la pubescence très dense de toute la plante, et la forme des bractées de l'involucre. Elle paraît par contre plus proche de *P. heterophylla* Vatke des montagnes de Somalie qui possède en particulier des feuilles analogues. Elle se distingue néanmoins de cette plante par ses feuilles toutes semblables, son indument formé de poils intriqués et non de glandes stipitées, par ses bractées internes de l'involucre glabre, aigues, largement scarieuses sur les bords, par ses fleurs hermaphrodites peu nombreuses, par ses anthères à appendices basaux très courts, et ses akènes à 4 côtes hérissées de poils.

Buisson pouvant atteindre 1 mètre 50, ramifié dès la base, densément recouvert de poils blanchâtres dressés, longs de 0,6-0,9 mm, tiges cannelées, feuilles toutes conformes, 2,5-5 × 1-2 cm, hispides, longuement et progressivement atténuées dans leur moitié inférieure en un pétiole large à la base de 2-3 mm ; à marge profondément 3-4 lobées, avec des lobes pouvant atteindre 5 mm de long à extrémité apiculée et déjetée vers l'extérieur ; inflorescences denses, large de 5-8 cm ; capitules nombreux, en têtes presque sessiles compactes, 2,5-3,5 × 2-2,5 mm, jaunâtres ; bractées de l'involucre sur de nombreux rangs, les externes lancéolées, hispides sur leur face externe, à peine scarieuses sur les marges, longues tout au plus de 1,2 mm ; les internes linéaires aigues, nues, largement scarieuses sur les marges atteignant 1,5 mm ; fleurs femelles linéaires très nombreuses, les hermaphrodites au centre, peu nombreuses (5-10), plus longues que les précédentes, à corolle pentalobée ; style pratiquement indivis, aussi long que la corolle, 2,5-2,8 mm ; anthères très courtement apiculées à leur base, pointues au sommet, longues de 1-1,2 mm ;

akène mur non vu, submur, quadri-costé, à côtes longuement hirsutes de poils raides ; soies du pappus sur un rang, scabres, longues de 2-2,5 mm, blanches ; réceptacle à peine fovéolé.

A Pluchea heterophylla *Varke differt : Foliis omnibus conformis margine 4-5 lobatis ; indumento pilis erectis nec glandulosis ; bracteis interioribus lineari-acutis, glabris, margine scariosis ; floribus hermaphrodite paucis ; antheribus vix caudatis, apice acutis, achaenis quadricostatis, in costis hirtellis.*

Habitat : Ravins rocailleux encaissés sur les flancs méridionaux et occidentaux de l'Emi Koussi, où elle est localement abondante entre 2.300 et 2.700 mètres.

Aire de répartition : Endémique de l'Emi Koussi.

Les réflexes conditionnels

par M. Avarguès (*)

Introduction

L'activité du cortex cérébral est longtemps apparue quelque peu mystérieuse, soumise à des lois particulières où le déterminisme biologique semblait souvent infirmé. Par étapes, à la faveur d'observations cliniques puis de recherches expérimentales décisives, cette conception s'est trouvée peu à peu modifiée.

Les destructions localisées du cortex cérébral et les expériences de stimulation de ses divers territoires ont conduit les Physiologistes et les Neurologues à la notion de compartimentage du cerveau, notion parfois poussée jusqu'à des conceptions excessives. En effet, l'activité corticale met en jeu solidairement les diverses régions du cerveau, qui se montre dans ses fonctions un ensemble physiologique homogène.

Aussi bien, les méthodes d'investigation réalisables sans mutilation, où le cortex cérébral est envisagé comme un tout fonctionnel, offrent un intérêt particulier.

Parmi ces techniques générales, l'une des plus fécondes est l'étude des réflexes conditionnels qui a suscité, surtout à la suite des travaux de I. P. Pavloff et selon plusieurs grands courants d'étude tant physiologique que psychologique, d'actives recherches expérimentales.

(*) Ce mémoire a été présenté comme seconde thèse devant la Faculté des Sciences de Paris, le 15 novembre 1956.

La science russe a réalisé dans ce domaine un apport important depuis le début du siècle. De nombreux chercheurs, dans divers pays, étudient aujourd'hui ce problème. Les travaux qu'il a provoqués constituent un remarquable ensemble expérimental dans la physiologie contemporaine.

Dans cette étude, devant une question riche en prolongements intéressant des disciplines variées, nous avons dû limiter nos buts.

Nous nous sommes attaché, tout d'abord, à ne pas sortir du strict domaine expérimental, déjà très vaste. Dans la masse énorme des documents se rapportant à ce problème, nous n'avons voulu relever que les données qui nous ont semblé plus significatives.

Nous avons abordé l'importante question des trajets nerveux mis en jeu dans le conditionnement, recherchant ainsi dans quelle mesure les réflexes acquis représentent bien un aspect du fonctionnement cérébral supérieur.

Enfin, nous nous sommes efforcé de montrer l'intérêt qu'offrent au Physiologiste les réflexes conditionnels comme instrument de recherche expérimentale, rapportant, en particulier, les résultats des travaux effectués au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine d'Alger, sous la direction de M. le Professeur J. Malméjac.

*
**

I. — Définition et caractères généraux des réflexes conditionnels

Le mérite des premières observations sur les réflexes conditionnels revient à Blondot, Beaumont et Cl. Bernard qui notèrent le déclenchement de réflexes sécrétoires digestifs, salivaire ou gastrique, par un stimulus habituellement associé à l'excitation normale, la vue d'un sac d'avoine pour le cheval, par exemple. I. P. Pavloff devait réaliser plus tard de semblables observations mais, poussant plus loin l'analyse de ces phénomènes, il jeta les bases d'une véritable étude expérimentale des réflexes acquis par association,

Une claire définition des réflexes conditionnels découlera de faits d'expérience simples. Nous ne ferons ici que les évoquer brièvement.

Un réflexe de sécrétion salivaire est déclenché chez un chien par une sensation gustative acide, par exemple. Il s'agit là d'un réflexe absolu, inné, mettant en jeu des voies nerveuses exclusivement sous-corticales et un centre réflexe bulbaire. On surajoute à cet excitant un stimulus anormal, de nature arbitrairement choisie, par exemple un son. Après avoir répété plusieurs fois cette double excitation dans des conditions expérimentales précises, le seul stimulus surajouté, ici la vibration sonore, suffira à déclencher la salivation.

Si l'on réitère cette expérience chez l'animal ainsi dressé, on note l'atténuation de la réponse salivaire puis sa disparition. On pourra, par contre, raviver le réflexe ainsi acquis en associant à nouveau les excitants absolu et anormal.

Aussitôt apparaissent les différences fondamentales entre réflexes innés et réflexes conditionnels. Les premiers sont automatiques, immuables tant que l'appareil réflexe demeure en bon état fonctionnel, spécifiques et transmissibles héréditairement. Ils sont constants dans leur intensité lorsque le stimulus ne varie pas. Par contre, les réflexes acquis apparaissent essentiellement « conditionnels », dépendant strictement des conditions expérimentales et techniques. Ils s'estompent avec le temps, varient avec les sujets d'expérience pour une même espèce, avec les circonstances de leur obtention, alors pourtant que le stimulus demeure inchangé. I. P. Pavloff, dans ses observations préliminaires sur les sécrétions digestives, remarquait cette extrême variabilité des réflexes acquis qu'il rapprochait du caractère fluctuant et subjectif de l'acte intelligent.

Les trajets nerveux mis en jeu dans ces phénomènes soulèvent de nombreux problèmes du plus haut intérêt. De façon générale, il s'établit par le conditionnement des circuits nouveaux, inclus dans une importante mesure dans le cortex cérébral et confondus dans leur partie terminale avec l'arc réflexe primitif. De ce fait, l'étude des réflexes conditionnels est pour le physiologiste d'une portée profonde dans la connaissance de l'activité des hémisphères cérébraux.

II. — Techniques générales d'obtention des réflexes conditionnels

A) *Animaux utilisés*

Les expériences de réflexes conditionnels ont porté sur de nombreuses espèces. Parmi les Invertébrés, le ver de terre, des insectes (abeille), des mollusques (poulpe) ont été utilisés. Parmi les Vertébrés, les poissons établissent aussi de tels réflexes mais avec difficulté et sous des formes simples. Leur étude est ici d'un intérêt particulier par suite de l'absence chez ces animaux d'un cortex cérébral fonctionnel. Les reptiles, avec la tortue et le lézard, les oiseaux ont également servi mais ce sont surtout les mammifères qui ont été le plus souvent utilisés.

Les diverses espèces ne présentent pas d'ailleurs la même aptitude au conditionnement. Le rat blanc sert fréquemment aux expériences de dressage au labyrinthe. Le mouton a été lui aussi utilisé, en particulier par H. S. Liddell. Cet animal convient bien, mais seulement si un autre mouton est placé à sa vue pendant les expériences. Les singes constituent également un excellent matériel biologique, intéressants par le degré élevé de leur psychisme.

Au laboratoire de la Faculté de Médecine d'Alger, le Magot commun des gorges de la Chiffa (*Pithecus inuus* L.) est fréquemment utilisé.

Mais c'est surtout le chien qui est l'espèce de choix pour l'expérimentation dans ce domaine. La plupart des nombreux travaux de I. P. Pavloff et de ses élèves ont été réalisés sur lui.

Le chien présente en effet des aptitudes particulières à l'établissement de réflexes acquis. En outre, il se prête bien aux interventions chirurgicales que nécessite l'étude du conditionnement, comme l'établissement de fistule salivaire ou gastrique, ou les expériences d'ablation d'un territoire nerveux de l'encéphale.

L'homme, enfin, et l'enfant ont permis d'étendre à notre espèce l'étude des réflexes conditionnels. On doit à W. Betcherew, J. Cason, J. G. Mateer, à C. Bykoff et E. Airapetianz les principaux travaux sur l'espèce humaine.

B) *Réflexes absolus mis en jeu*

Le choix du réflexe inné de base dans l'établissement du conditionnement s'avère important. Son caractère inconditionnel doit être strict, son déclenchement rapide, ses effets aisément observables et mesurables.

Les réflexes innés sont en nombre limité, s'opposant en cela aux réflexes conditionnels variables à l'infini. Ceux retenus par les réflexologistes relèvent aussi bien de la vie de relation que des fonctions végétatives.

1. *Réflexes de la vie de relation.* — Le réflexe de défense, local ou général, sur choc électrique cutané a été souvent utilisé par l'école russe. I. P. Pavloff observe pourtant qu'il rend l'animal nerveux, inquiet. W. Betcherew l'a mis en jeu, chez l'homme, sous la forme du retrait de la main ou du pied.

J. Cason, sur l'homme également, utilise le réflexe d'occlusion palpébrale déclenché par la projection sur l'œil d'un fin jet d'air ou d'une vive lumière.

Il faut citer aussi le réflexe rotulien qui permit à C. Twitmyer, en 1902, les toutes premières recherches expérimentales sur les réflexes conditionnels.

Dans ces diverses réponses réflexes, il est toujours difficile d'éviter, en particulier dans l'espèce humaine, l'intervention de la volonté. Aussi utilise-t-on plus fréquemment les réflexes innés autonomes.

2. *Réflexes végétatifs.* — Il faut placer au premier rang le réflexe salivaire qui est d'un grand intérêt. I. P. Pavloff en a fait la base même de son expérimentation et ce réflexe demeure encore le plus utilisé. En effet, c'est un réflexe simple, aux trajets nerveux courts et bien connus, facile à déclencher, d'extinction difficile et, de plus, très bien mesurable dans son intensité par le comptage des gouttes de salive recueillies

après fistulisation du canal de Sténon. L'enregistrement électrique de l'écoulement est également possible à l'aide, par exemple, du rhéographe simple de J. Malméjac et V. Donnet. Le réflexe de salivation peut donc être considéré à bon droit comme le réflexe inné de choix dans l'étude du conditionnement.

D'autres réflexes végétatifs, d'inégal intérêt, ont été utilisés : contraction et dilatation pupillaires, réflexe de sécrétion sudorale, modifications du rythme respiratoire (polypnée thermique ou par hypercapnie), réactions vasomotrices diverses, réaction psycho-galvanique. On peut citer encore le réflexe de vomissement et de nausée après injection d'apomorphine, de vomissement et de sommeil après injection de morphine (V. A. Kriloff), de contraction de la vésicule biliaire, les réflexes de nausée, de sudation et de vertige d'origine vestibulaire. M. Kotliarevsky utilise le réflexe de cardiomodération par excitation du nerf vague.

D'autres réflexes végétatifs méritent attention car ils mettent en jeu des mécanismes complexes de nature neuro-endocrinienne. Metalnikov utilise comme réflexe inné les variations du leucogramme consécutives à l'injection d'émulsions microbiennes et obtient, après leur extinction qui survient en deux ou trois semaines, leur réapparition sous l'action du seul excitant conditionnel, son ou grattage de la peau. La production d'anticorps microbiens après injection de germes atténués par la chaleur (vibrions cholériques), ou encore celle d'hémolysines consécutive à l'injection d'hématies étrangères (Diacono) ont également servi de réflexe de base dans l'étude du conditionnement.

La possibilité d'établissement de réflexes conditionnels à effets végétatifs méritait d'être soulignée. Elle apporte la preuve, en effet, de l'influence qu'exerce le cortex cérébral, mis en activité par le conditionnement, sur les fonctions de nutrition. La médecine psycho-somatique trouve dans de tels faits son fondement expérimental.

Ainsi, il apparaît que le conditionnement peut s'appliquer à des réponses réflexes très diverses intéressant tous les domaines de l'activité nerveuse ou neuro-humorale, aussi bien dans la vie de relation que dans la vie de nutrition.

C) *Excitants conditionnels utilisés*

1. *Sensations exteroceptives.* — Tandis que les excitants absolus sont limités en nombre comme le sont les réflexes innés, les excitants susceptibles de déclencher des réflexes conditionnels sont en nombre illimité.

Sous réserve que le seuil d'excitation soit atteint, tout appareil sensoriel périphérique peut être inclus dans un arc-réflexe conditionnel. N'importe quel agent, sous ses diverses intensités, peut devenir un excitant conditionnel. De plus, les diverses sensations — cutanées, visuelles, auditives, olfactives, gustatives — peuvent agir par leurs variations d'intensité, soit positives, soit négatives. Ainsi, la brusque interruption d'un fond sonore peut devenir excitant conditionnel, ou encore une modification d'intensité pourvu qu'elle soit brusque.

Les divers excitants n'ont pourtant pas la même efficacité chez les diverses espèces animales. Pour le chien, les sensations auditives s'avèrent préférables aux sensations visuelles.

Les excitants conditionnels le plus souvent utilisés sont la lumière, blanche ou colorée, les sons, le grattage ou la piqûre de la peau, les chocs électriques cutanés.

Le facteur durée peut devenir lui-même un excitant conditionnel. Ainsi, si on conditionne un animal au son, celui-ci étant émis 3 minutes avant l'excitant absolu, la réponse au son n'apparaîtra avec son effet maximum qu'après le délai de 3 minutes qui sépare, dans le conditionnement, le son de la salivation.

Il s'agit là de réflexes à retardement ou « réflexes de traces », décrits par I. P. Pavloff.

2. *Sensations interoceptives.* — Parmi les excitations susceptibles de déterminer des réflexes conditionnels, il faut citer encore les sensations interoceptives, à point de départ viscéral, conscientes ou inconscientes. Leur étude, sous l'impulsion de C. Bykoff, retient actuellement l'attention des réflexologistes pavloviens. Ces réflexes conditionnels, échappant le plus souvent totalement à la conscience, mais dans lesquels le cortex cérébral intervient activement, assumeraient un rôle important dans les régularisations végétatives normales et dans les processus pathologiques.

Quelques expériences sont significatives. On associe l'insufflation d'air dans l'estomac d'un chien à un électro-choc cutané provoquant le retrait de la patte. Après conditionnement, la seule excitation de l'estomac déclenche le réflexe de défense.

Des faits semblables sont observés par introduction d'eau tiède ou froide dans l'intestin.

Il est donc possible que s'établissent des réflexes conditionnels mettant en jeu non seulement une réponse végétative mais encore une excitation conditionnelle interoceptive, consciente ou non. Une expérience, réalisée par C. Bykoff, mérite ici d'être retenue. L'injection de sérum physiologique chaud dans l'intestin fistulisé provoque chez le chien une diurèse active. Après plusieurs essais, on observe que l'introduction dans l'intestin d'un ballonnet de caoutchouc rempli de liquide chaud, suffit à stimuler la diurèse : l'excitation thermique de la paroi intestinale est devenue un excitant conditionnel.

Le conditionnement interoceptif est difficile à établir mais il se montre durable et offre les mêmes aspects généraux que le conditionnement externe. Il est soumis aux mêmes phénomènes d'inhibition, à une évolution semblable à celle des réflexes conditionnels exteroceptifs.

Ainsi le cortex cérébral pourrait participer à la régulation des fonctions végétatives, recevant depuis les organes des messages sensitifs qu'il transformerait en excitants conditionnels, modifiant et adaptant le comportement végétatif de l'organisme comme il règle ses activités de relation. Il est permis de penser que les recherches sur le conditionnement interoceptif pourraient modifier les conceptions classiques des grandes régulations fonctionnelles et de l'étiologie de certains processus pathologiques.

Dans ce qui précède, il a surtout été question de réflexes conditionnels *positifs*. Mais il existe des conditionnements correspondant à la suppression de réactions parfois très vives au départ : ce sont les réflexes conditionnels *négatifs* ou d'inhibition. Ainsi (expérience de M. N. Erofeeff), le réflexe de salivation accompagné de manifestations de satisfaction est provoqué chez le chien par la présentation de viande, par exemple. On associe à cette présentation un choc électrique très douloureux sur la patte. Au début, les manifestations dou-

loureuses sont intenses, mais elles s'atténuent bientôt puis disparaissent. On assiste alors à ce fait paradoxal : le choc électrique déclenche désormais la salivation et les signes de joie qui l'accompagnent, et non plus les manifestations de douleur, inhibées par le nouvel excitant conditionnel.

D) *Conditions d'obtention des réflexes conditionnels*

1. *Conditions expérimentales.* — L'établissement de réflexes conditionnels nécessite la réalisation d'un ensemble de conditions intéressant à la fois l'animal et l'ambiance expérimentale.

Il faut, tout d'abord, que l'animal se montre apte à de telles expériences, spécifiquement et individuellement. I. P. Pavloff notait que l'âge de l'animal joue un grand rôle : les jeunes chiens se montrent nettement plus aptes au conditionnement que les sujets âgés. Les animaux doivent être, en outre, en bon état physiologique.

Une courte promenade prédispose favorablement le sujet aux expériences. De même, les chercheurs russes ont observé que les animaux gardés constamment à l'attache se comportent moins bien que ceux laissés libres dans le chenil. Une certaine accoutumance aux locaux et aux expérimentateurs est indispensable.

Enfin, la « personnalité » de l'animal est, elle aussi, très importante. I. P. Pavloff a établi, d'après leur comportement conditionnel, une classification des chiens en trois types caractériels très différents. Le premier groupe est celui des animaux « forts et équilibrés », chez qui les aptitudes à excitation et inhibition sont égales. Le deuxième groupe rassemble les animaux « forts mais déséquilibrés », chez qui les processus d'excitation prédominent nettement. Le dernier groupe, de type « faible », est fait d'animaux chez qui les phénomènes d'inhibition sont prédominants.

N. A. Rokotova (1954) a tenté d'établir une telle classification biotypologique chez l'homme d'après le comportement général dans le conditionnement.

Une autre condition expérimentale rigoureuse doit être respectée. Toutes les sensations pouvant constituer des stimuli conditionnels, il convient de « simplifier » l'ambiance expéri-

mentale afin d'éviter toute excitation parasite. Les hémisphères, dit I. P. Pavloff, doivent être « libres et disponibles », aptes à n'enregistrer que l'excitant conditionnel choisi. Cette condition préalable entraîne la mise en jeu d'un matériel important. I. P. Pavloff a construit pour ses expériences des laboratoires parfaitement isolés et insonorisés, véritables « tours de silence », selon l'expression de H. G. Roger. Les manipulations d'objets auprès de l'animal y sont assurées par télécommande électrique ou pneumatique.

Au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine d'Alger, où les réflexes conditionnels ont fait l'objet de recherches expérimentales à des fins diverses, l'appareillage suivant a été utilisé (1).

L'animal est placé, soutenu par des sangles, dans un caisson insonorisé dont les parois sont constituées de plaques de liège aggloméré, plâtrées à l'intérieur. La porte est percée d'un judas optique qui permet d'observer avec la discrétion nécessaire le comportement de l'animal.

L'appareillage intérieur comporte une source sonore et une source lumineuse servant à l'établissement des réflexes conditionnels. Le chien est porteur, en outre, de deux tubes de caoutchouc souple en relation avec l'extérieur. Le premier, fixé sur la tête et le museau, conduit à portée de langue la solution acide qui déclenche le réflexe inné de salivation. Le second part d'une cupule adaptée par un mastic spécial à l'orifice du canal de Sténon, préalablement fistulisé à demeure sur la face externe de la joue. Ce tube conduit hors du caisson la salive sécrétée.

La ventilation est assurée par deux tubes avec chicanes. Le caisson peut aussi recevoir des mélanges gazeux divers, en particulier pour l'étude des effets de l'anoxie.

A l'extérieur du caisson, l'appareillage comporte le dispositif d'injection d'acide, les commandes des signaux, un rhéographe permettant l'enregistrement électrique de l'écoulement des gouttes de salive et, enfin, un cylindre inscripteur disposé horizontalement et enregistrant par des signaux électro-magnétiques les durées des excitations conditionnelles et absolues, le rythme d'écoulement de la salive et le temps.

(1) Une description plus précise de cet appareillage, dont la complexité est significative, a été fournie par P. Plane (*Thèse*, 1954, p. 120).

2. *Mise en jeu de l'excitant conditionnel.* — L'obtention de réflexes conditionnels nécessite, outre ces conditions expérimentales générales, l'observation stricte d'un protocole de mise en jeu de l'excitant conditionnel.

De nombreuses expériences ont montré que, pour devenir actif, le stimulus surajouté devait toujours précéder un peu ou accompagner l'excitant inconditionnel. Il demeure toujours inopérant s'il suit ce dernier. Les expériences de A. N. Krestovnikoff sont probantes : cet auteur, étudiant le réflexe conditionnel salivaire, observe que malgré 427 essais avec l'odeur de vanille et 374 avec une sonnerie, ces excitations étant portées 5 ou 10 secondes *après* l'excitant absolu acide, aucun phénomène de conditionnement n'apparaît. Par contre, lorsque ces excitants sont utilisés un peu avant le stimulus de salivation inconditionnelle, quelques essais suffisent (5 seulement pour le son) pour qu'ils deviennent efficaces.

Il s'agit donc là d'une prescription expérimentale fondamentale dans l'étude du conditionnement, ainsi que l'a nettement énoncé I. P. Pavloff.

Ainsi, l'établissement de réflexes conditionnels nécessite, parfois impérativement, un ensemble de conditions expérimentales. Il apparaît semé d'embuches et les déboires sont fréquents. Ces difficultés sont d'ailleurs en partie liées à l'isolement des réflexes conditionnels, à leur obtention à l'état pur et sous une forme durable. En effet, I. P. Pavloff a montré que, dans l'existence quotidienne, chaque individu, homme ou animal, réalise constamment des conditionnements très divers, se remplaçant les uns les autres et adaptant sans cesse l'individu à son milieu.

Ces conditionnements complexes sont à la base du dressage, des habitudes, de l'éducation. La réflexologie conditionnelle utilise souvent des tests visuels simples, ou les dressages au labyrinthe. Au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine d'Alger, des singes sont ainsi dressés à reconnaître des formes géométriques diverses : cercle, triangle, carré, croix. Le conditionnement aux couleurs y est réalisé à l'aide de palettes colorées dont une seule commande l'ouverture de la cache où est placée la nourriture.

III. — Aspects particuliers de l'activité réflexe conditionnelle

A) *Inhibition des réflexes conditionnels*

Parmi les particularités des réflexes conditionnels, l'une des premières qui aient retenu les expérimentateurs est le phénomène d'inhibition qui peut affecter ces phénomènes et dont l'étude s'est avérée très féconde. L'inhibition est, en effet, polymorphe et nuancée. Ses mécanismes, distincts de ceux de l'excitation, sont souvent mal connus. Sur le plan expérimental, il convient de bien souligner, dans l'étude de l'inhibition, la nécessité d'un contrôle corrélatif de la persistance du réflexe absolu, afin d'éviter des interprétations erronées.

Depuis les travaux de I. P. Pavloff, il est classique de distinguer deux aspects fondamentaux de l'inhibition.

1. *L'inhibition externe.* — L'inhibition externe des réflexes conditionnels est déterminée par des facteurs agissant sur le cortex cérébral mais indépendants de lui. Les exemples en sont nombreux. Ils correspondent, d'ailleurs, aux difficultés qu'il faut surmonter dans la création et le maintien des réflexes conditionnels.

Toute modification insolite de l'ambiance expérimentale capable de détourner l'attention de l'animal peut atténuer ou suspendre le réflexe conditionnel. I. P. Pavloff relate l'inhibition déterminée chez l'animal par le changement d'expérimentateur, ou de lieu d'expérience. Au laboratoire de la Faculté de Médecine d'Alger, lors du tournage d'un film sur le conditionnement chez le singe, le déplacement de la cage de l'animal dans une autre pièce a suffi pour inhiber totalement les effets du dressage. Le film ne put être tourné qu'après retour de l'animal dans son ambiance expérimentale habituelle.

De même, pour la femelle en rut, la présence du mâle est un facteur d'inhibition.

L'état de réplétion vésicale, par excitation du centre réflexe de la miction, suspend lui aussi les réflexes conditionnels : avant toute expérience, il convient de promener l'animal et de lui permettre de vider sa vessie.

Pour certains de ces agents d'inhibition, leur longue répétition leur enlève leur pouvoir et le réflexe conditionnel réapparaît. I. P. Pavloff qualifie ces agents d'inhibiteurs « temporaires ». On parle encore à leur propos « d'inhibition à amortissement ». L'accoutumance est un des aspects de cette « désinhibition ».

Par contre, il existe d'autres agents d'action externe, qui créent une inhibition constante, rendant impossible tout conditionnement. Les stomatites expérimentales par action prolongée de l'acide acétique, ou les blessures que peuvent provoquer les sangles de contention, constituent de tels facteurs d'inhibition constante.

En bref, les réflexes corticaux apparaissent bien « conditionnels ». La connaissance exacte des agents d'inhibition externe est indispensable à l'expérimentateur qui cherche à établir des réflexes conditionnels.

2. *L'inhibition interne.* — Cette forme d'inhibition correspond à des phénomènes totalement localisés dans le cerveau. De ce fait, on la qualifie parfois d'endogène. Contrairement à l'inhibition externe, qui s'établit immédiatement, l'inhibition interne ne se développe que progressivement. Nous n'évoquerons ici que certains aspects de ces phénomènes.

a) Extinction spontanée des réflexes conditionnels. — L'expérience montre que la répétition de l'excitation fait perdre peu à peu au stimulus conditionnel son efficacité. Le réflexe finit par disparaître après un temps qui dépend de son degré de solidité initiale, et aussi de la « personnalité » de l'animal. La rapidité de l'extinction dépend aussi de la nature du stimulus utilisé. On peut parler ici d'extinction sélective. Chez un chien doublement conditionné, la salivation est encore déclenchée par la vue de la poudre de viande alors qu'elle ne l'est plus par celle de la solution de quassia.

Un réflexe conditionnel épuisé par répétition peut être restauré par un seul repos, après un temps variable allant de quelques heures à une journée. Un « rafraichissement » d'un réflexe en voie d'extinction est, par ailleurs, immédiatement possible par une nouvelle association des excitants conditionnel et absolu. Le nombre d'associations nouvelles nécessaires indiquera le degré d'extinction du réflexe conditionnel.

La disparition d'un réflexe conditionnel peut entraîner une extension de l'inhibition. L'animal se trouve alors plongé dans un état de somnolence de plus en plus profond. I. P. Pavloff, dans sa théorie du sommeil, explique cet état physiologique par un phénomène d'inhibition généralisée à l'ensemble des territoires du cerveau.

Au cours d'expérience prolongée, alors que les réponses conditionnelles s'atténuent, il est possible de les raviver par une excitation insolite, par exemple l'ouverture de la porte du caisson d'expérience. Le cortex, ainsi réveillé, se montre à nouveau apte aux réflexes conditionnels.

b) Réflexes conditionnels à retardements. — Si, dans la salivation réflexe, on sépare l'action des excitants conditionnels et absolu par un intervalle de temps de 5 minutes, par exemple, l'excitant conditionnel ne déclenchera la réponse réflexe qu'après un délai de 5 minutes. Il s'agit là d'un aspect particulier de l'inhibition interne qui, intense après l'excitation conditionnelle, va diminuant jusqu'à libérer la réponse réflexe.

c) Inhibition conditionnelle. — I. P. Pavloff a mis en évidence un mode d'inhibition lié à l'association de deux excitants conditionnels, et qu'il nomme inhibition conditionnelle. L'expérience de Y. P. Froloff est significative. On conditionne un chien, pour le réflexe salivaire, au bruit d'un métronome. Puis on fait précéder cet excitant du son d'une corne d'auto, à un intervalle de 10 secondes. Après une douzaine d'essais, on observe que le bruit du métronome ne déclenche plus la salivation. Il ne s'agit pas là d'une extinction spontanée normale puisque, émis seul, ce son provoque toujours un écoulement de salive appréciable, bien qu'amoindri. La corne d'auto ne déclenche pas elle-même, isolément, la salivation. Le clakson a donc réellement inhibé le réflexe conditionnel au métronome. Les modalités de cette inhibition conditionnelle ont été longuement étudiées par les élèves de I. P. Pavloff, en particulier par V. A. Kacherinoff, G. V. Mischtoft, N. I. Leporsky, P. N. Nikolaeff.

Ce phénomène est complexe et son analyse apparaît riche en aspects très divers. Ainsi, l'excitant conditionnel inhibiteur d'un réflexe acquis donné, salivation à la lumière, par exemple, peut inhiber également le réflexe de salivation au grattage

de la peau. Par ailleurs, si on fait agir simultanément des excitants conditionnels totalement inhibés, séparément, par un autre excitant, leurs effets ajoutés sont alors assez intenses pour supprimer ou atténuer l'action inhibitrice, et l'écoulement de salive apparaît. La sommation des réponses l'emporte alors sur la double inhibition.

L'inhibition des réflexes conditionnels montre donc une grande diversité d'aspects. Elle représente un facteur indissociable du conditionnement. Ses mécanismes nerveux, qui soulèvent des problèmes difficiles, sont encore très mal connus. I. P. Pavloff a consacré de nombreux travaux à l'inhibition des réflexes conditionnels. Elle expliquerait, selon cet auteur, leur évolution vers la différenciation, ainsi que l'apparition de certains états névrotiques. Ces conceptions seront évoquées plus loin.

B) *Phénomènes d'induction et de dynamogénie*

Les phénomènes d'induction sont à l'opposé de l'inhibition conditionnelle. En effet, si l'on fait *immédiatement* précéder un excitant conditionnel, un son par exemple, d'un autre son, lui-même inactif, on observe que la réponse conditionnelle est plus nette. Ce renforcement est d'autant plus important que le stimulus ajouté est plus intense. Le décalage dans le temps de deux excitations conditionnelles est donc un facteur très important. Si l'intervalle est de durée moyenne, on crée une inhibition conditionnelle. S'il est très réduit, les phénomènes d'induction apparaissent. Si, enfin, le décalage est long, on observe, après répétition, la constitution d'un nouveau conditionnement.

L'induction a des effets fugaces et le renforcement de la réponse conditionnelle est bientôt suivi d'une phase de réduction.

Par ailleurs, et nous avons déjà rencontré de tels faits à propos de l'inhibition conditionnelle, si l'on conditionne un chien, pour le réflexe salivaire, d'une part au son, d'autre part à la lumière, la salivation est beaucoup plus abondante lors d'une action simultanée des deux excitants qu'elle ne l'est pour chaque excitant isolé. C'est le phénomène de *dynamogénie*.

C) *Enchaînement des réflexes conditionnels*

Dans l'établissement d'un réflexe conditionnel normal, la coïncidence d'action de l'excitant absolu et de l'excitant conditionnel est nécessaire. Toutefois, les travaux de I. P. Pavloff et de ses collaborateurs ont montré la possibilité de formation de réflexes acquis sans que l'excitant conditionnel soit associé directement à l'excitant absolu.

En effet, la seule association avec un excitant conditionnel préexistant peut suffire à le rendre lui-même efficace. I. P. Pavloff nomme de telles réponses : « réflexes conditionnels enchaînés ».

Ainsi qu'il a été dit plus haut, l'intervalle de mise en jeu des deux excitants conditionnels doit être tel que les phénomènes d'inhibition conditionnelle et d'induction soient évités. Un écart de 10 secondes convient généralement.

Y. P. Froloff, associant chez le chien la présentation d'un carré noir à une sonnerie électrique établie comme excitant conditionnel salivaire, rend la vue du carré noir capable de provoquer à son tour la salivation. Une dizaine d'associations sont suffisantes. Cependant, la réponse à la présentation du carré noir est faible en regard des effets de la sonnerie. De tels réflexes enchaînés sont dits « de second ordre ».

L'établissement de réflexes conditionnels associés de troisième ordre s'avère plus difficile. Dans ses expériences, D. S. Foursikoff retient comme réflexe absolu la réaction de défense qui suit un choc électrique cutané porté sur la patte antérieure. Il transforme successivement en excitants conditionnels déclenchant ce réflexe : l'excitation mécanique de la peau de la patte postérieure, puis le bruit d'écoulement d'eau, puis le courant à 760 vibrations sec., jusqu'ici indifférent. Ce dernier réflexe n'a pu être établi que parce que l'excitant de troisième ordre utilisé agit dans le même sens que l'excitant absolu initial. La réponse diminue en intensité quand on met en jeu les excitants conditionnels enchaînés d'ordre croissant. Convenablement « rafraichis », ces réflexes conditionnels enchaînés par D. S. Foursikoff se sont montrés actifs pendant une année.

Une forme particulière d'enchaînement est celle où un mot (sonnette, par exemple) est associé au son qui sert d'excitant conditionnel de premier ordre. Après les répétitions nécessaires, le seul mot de « sonnette » déclenche la salivation. Le mécanisme élémentaire du dressage à la voix apparaît ici avec netteté.

D) *Evolution des réflexes conditionnels*

L'étude systématique d'un réflexe conditionnel en cours d'établissement montre une évolution liée à la répétition de l'acte. Si on conditionne un animal au son pour le réflexe salivaire, au début du conditionnement des sons très différents déclencheront la salivation. C'est le stade de *généralisation*. Mais, peu à peu, le nombre d'expériences s'élevant, on constate que le son utilisé reste seul efficace : une excitation, même très voisine, est sans effet. C'est la *différenciation* du réflexe, dont les limites varient avec la nature de l'excitant utilisé. Pour les excitants thermiques cutanées, la différenciation, chez le chien, ne peut être très poussée. Elle peut être plus précise pour les sensations mécaniques et surtout pour les sensations auditives.

La rapidité de la différenciation dépend aussi de l'excitabilité générale du système nerveux. Une différenciation établie peut être supprimée par des injections de caféine, stimulant général du système nerveux central.

I. P. Pavloff explique la différenciation par un mécanisme « d'inhibition différentielle » : la répétition inhibe de plus en plus l'action des stimuli proches de l'excitant choisi, et celui-ci finit par rester seul actif.

Quant le stade de différenciation est atteint, la sélectivité d'un réflexe conditionnel peut être modifiée par un facteur expérimental alors que le réflexe proprement dit demeure inchangé. Aussi a-t-on souvent recours à la mesure de cette sélectivité dans les recherches où les réflexes conditionnels sont pris comme test de l'activité du cortex.

Remarquons enfin que les phénomènes de différenciation fournissent une excellente méthode d'analyse de la sensibilité chez l'animal. Nous développerons ce point ultérieurement.

L'évolution des réflexes conditionnels présente parfois des modalités d'un grand intérêt. Des observations fortuites, puis des recherches systématiques, ont conduit I. P. Pavloff et ses élèves à l'étude d'états de névrose provoqués par certaines expériences de conditionnement. Ainsi, N. R. Schenger-Krestovsky établit chez un chien un réflexe conditionnel salivaire avec l'image d'un cercle projeté devant lui. Puis il associe l'image d'une ellipse au *défaut de salivation*, la nourriture n'étant pas simultanément présentée. On modifie alors par étapes la forme de l'ellipse tout en maintenant son association au défaut de salivation. Le rapport des 2 axes, d'abord égal à 2/1, devient 3/2 puis 1/3, etc., jusqu'à 9/8. La forme de l'ellipse est alors proche de celle du cercle et l'animal ne différencie plus les deux formes, qui déclenchent désormais également la salivation. Ce résultat est atteint après trois semaines d'essais. Mais, en même temps, l'animal change de comportement, devient agité, nerveux, ne tolère plus la contrainte de l'expérimentation, s'attaque aux appareils, hurle sur l'établi. Un état de névrose est apparu, résultant d'un « conflit conditionnel ». I. P. Pavloff a reconnu de tels mécanismes dans certains troubles névrotiques décrits en psychiatrie.

E) *Electroencéphalographie et conditionnement*

De nombreux travaux ont été consacrés, sur l'homme et les animaux, aux phénomènes électriques accompagnant l'établissement d'un réflexe conditionnel. Parmi les plus récents, on peut citer ceux de K. Motakawa, B. Huzimobi, N. A. Popoff, V. D. Glezer.

De façon générale, chaque étape du conditionnement est marquée par des modifications caractéristiques de l'électroencéphalogramme. La plus significative est le pouvoir qu'acquiert l'excitant conditionnel, avant même qu'il puisse déclencher le réflexe, de bloquer le rythme α et d'augmenter les fréquences rapides et de faible amplitude. Cette réaction d'arrêt est encore observée même après que le réflexe conditionnel se soit éteint par inhibition interne.

Des manifestations électriques particulières caractérisent, de même, l'évolution du réflexe conditionnel.

Les réflexologistes pavloviens ont montré, par ailleurs, que les phénomènes d'excitation et d'inhibition dans le conditionnement sont associés à des phénomènes de désynchronisation et de resynchronisation du rythme de repos α.

Enfin, les états névrotiques décrits plus haut s'accompagnent également de bouleversements profonds de l'E.E.G. : désynchronisation, parfois associée à des ondes hypersynchrones.

V. D. Glezer a montré récemment que les phénomènes électriques du conditionnement différaient nettement selon le type caractériel de l'animal étudié.

Sans doute, l'enregistrement des manifestations électriques des réflexes conditionnels ne représente pas encore une technique d'étude précise, mais l'influence qu'exerce le conditionnement sur l'électroencéphalogramme est à retenir, tout au moins, comme une preuve de la participation du cortex cérébral à ces phénomènes.

F) *Transmissibilité héréditaire des réflexes conditionnels*

L'étude des réflexes conditionnels a apporté sa contribution à celle du grand problème de l'hérédité des caractères acquis, base du Transformisme Lamarckien.

La transmissibilité des modifications somatiques déterminées par le milieu n'a pas encore reçu de preuve expérimentale rigoureuse. Par contre, il semble bien que certaines aptitudes créées par dressage puissent être transmises partiellement aux descendants, et accentuées de génération en génération. Il faut citer ici les observations de Hachet-Souplet qui dresse des canaris à remonter leur eau de boisson du fond d'un petit puits à l'aide d'un godet suspendu à une chaîne. Des générations successives sont ainsi éduquées et une facilitation progressive du dressage est observée.

De même, Mc Dougall entraîne des rats blancs à s'échapper d'un bassin rempli d'eau par une porte éclairée, la seule conduisant à la rampe de sortie. Les erreurs diminuent peu à peu et les animaux en arrivent à se diriger d'emblée vers la porte éclairée. Mc Dougall poursuit ce dressage dans les géné-

rations successives et note un sensible accroissement de l'aptitude des animaux au conditionnement.

De tels faits méritent confirmation mais ils constituent déjà des données d'un grand intérêt, tant pour le biologiste que pour le sociologue. Il faut admettre ici que le conditionnement retentit sur la lignée germinale mais le mécanisme de cette action est encore hypothétique.

IV. — Voies et centres nerveux des réflexes conditionnels

Le problème des trajets nerveux mis en jeu dans le conditionnement s'avère complexe et plusieurs points, malgré les nombreux travaux qui s'y rapportent, en demeurent très controversés. Il s'agit pourtant d'une question d'importance capitale en regard de l'utilisation des réflexes conditionnels dans l'étude de la physiologie du cortex cérébral.

A) *Conceptions pavloviennes*

Dès le début de ses recherches, I. P. Pavloff a admis que les réflexes conditionnels résultaient d'une activité propre du cortex cérébral, dont il retenait le rôle prépondérant dans le conditionnement. I. P. Pavloff basait ses conceptions sur la disparition des réflexes conditionnels après ablation du cortex et sur l'impossibilité d'établir, chez les animaux décortiqués, de nouveaux réflexes conditionnels alors que les réflexes absolus subsistent intacts. N. K. Toropov, L. A. Orbely confirmèrent ces observations.

La disparition des réflexes conditionnels d'inhibition s'avéra plus prompte encore et plus complète.

I. P. Pavloff admet que dans le cortex existe, pour chaque réflexe absolu, une cellule ou un groupe de cellules, constituant le répondant cortical de ce réflexe. Quand le réflexe inné est déclenché, ce centre cortical est mis en éveil et devient un foyer de grande activité. Selon le principe de la « dominante », tout stimulus surajouté est drainé vers lui. La répétition aidant, un circuit nerveux nouveau est établi par frayage (« Bahnung »), dont la voie terminale reste en rapport

avec l'organe effecteur, et qui se montre désormais capable de réaliser l'acte réflexe alors même que l'excitant absolu n'intervient pas.

Le stade de généralisation du réflexe conditionnel doit être rattaché à un ébranlement cortical s'étendant à des « points » autres que le répondant spécifique mais, peu à peu, autour de ce dernier, se développe une aire d'hypoexcitabilité, d'inhibition qui le laisse seul actif. La différenciation est atteinte.

Dans les trajets nerveux nouveaux ainsi établis par conditionnement, I. P. Pavloff admettait l'existence de quatre éléments. Le premier relie l'appareil sensoriel périphérique au « foyer » cortical, le second et le troisième rattachent le cortex aux centres nerveux sous-corticaux du réflexe absolu, le quatrième enfin constitue l'élément agissant sur l'organe effecteur.

I. P. Pavloff et ses élèves ont toutefois observé qu'après destruction de certaines zones corticales de projection sensorielle, des réflexes conditionnels pouvaient être établis avec des excitants simples (sons isolés, par exemple). Cependant, tout réflexe mettant en jeu un excitant complexe, et nécessitant de ce fait un travail d'analyse et de synthèse, ne pouvait être désormais obtenu.

En bref, pour I. P. Pavloff, le cortex cérébral demeure le centre nerveux essentiel dans le conditionnement, et les réflexes conditionnels sont bien, pour lui, des « réflexes psychiques ».

B) *Travaux récents*

Les vues de I. P. Pavloff, à la lumière d'une expérimentation activement poursuivie, sont apparues bientôt trop absolues. Sans doute, les travaux de W. F. Allen sur le chien ont confirmé la grave altération que subissent les réflexes conditionnels après décérébration. Par ailleurs, N. V. Zimkin avec la caféine et G. Martino avec la strychnine ont montré que tout excitant du cerveau facilite l'établissement des réflexes conditionnels et prolonge leurs effets. Mais divers auteurs ont observé que la destruction totale du cortex n'empêche pas la survivance de certains réflexes acquis et même l'établissement de conditionnements nouveaux (Zeliony, Culler et Mettler, E. Gellhorn).

D. G. Marquis et E. R. Hilgard notent la persistance de quelques réflexes conditionnels après destruction de l'aire corticale correspondant à l'excitant choisi.

H. Klüver, sur le singe, montre que la destruction bilatérale des lobes occipitaux ne fait pas totalement disparaître certains réflexes à la lumière. Il faut noter, pourtant, que les réponses sont plus faibles et nettement moins différenciées.

K. S. Lashley, chez le rat, isolant le cortex cérébral par section des faisceaux d'association, ne constate pas de déficit dans les réflexes conditionnels établis. Il observe que, dans le dressage, l'écorce cérébrale agit en masse, la persistance des réflexes acquis dépendant de la « masse cérébrale » respectée.

A ces observations s'ajoutent celles d'auteurs comme B. K. Anand et J. R. Brobeck qui constatent que la formation du réflexe conditionnel peut être obtenue et facilitée par l'excitation simultanée du système hypothalamique.

Quels que soient les centres nerveux intervenant dans les réflexes conditionnels, il est sûr, en tout état de cause, que la constitution d'un arc réflexe est nécessaire lors du conditionnement. Il n'est pas indispensable, d'ailleurs, que l'excitant conditionnel agisse sur l'appareil récepteur périphérique. R. Lorente de No et W. H. Gantt ont montré que le stimulus peut devenir conditionnel par répétition et association lorsqu'il est appliqué sur les racines postérieures des nerfs rachidiens, ou lorsque la moelle elle-même est excitée au niveau de ses faisceaux ascendants. L'excitation de la racine antérieure même longuement répétée, ne crée pas de réflexe conditionnel alors pourtant que la réponse motrice est obtenue et qu'un stimulus agit, simultanément, selon les règles du conditionnement.

Aucun conditionnement n'est réalisé, par ailleurs, lorsque les réponses réflexes sont déclenchées seulement par un mécanisme périphérique : action de la pilocarpine pour la salivation, de l'histamine pour la sécrétion gastrique, par exemple. Par contre, le réflexe est établi même lorsque la réponse est interdite lors de sa formation. Ainsi, un réflexe conditionnel salivaire peut apparaître même si, pendant son établissement, la salivation est bloquée par l'atropine. De même, pour un réflexe conditionnel moteur, si l'on écrase les racines motrices

correspondantes avant le conditionnement, ce qui supprime toute réponse, on observe que le réflexe conditionnel réapparaît dès que la régénération nerveuse est accomplie.

Enfin R. B. Loucks a montré que l'excitation directe des zones motrices du cortex (600 essais) ne permet pas d'obtenir un réflexe conditionnel, associée à l'excitant de conditionnement. Toutefois, W. J. Brogden et W. H. Gantt ont pu établir un réflexe conditionnel par excitation directe des hémisphères cérébelleux provoquant une réponse motrice homolatérale.

De ces divers travaux il peut être retenu que le cortex cérébral participe normalement et activement au conditionnement mais qu'il n'est strictement indispensable que lorsque l'excitant conditionnel utilisé nécessite un travail difficile d'analyse (accord, mélodie, par exemple). Le cortex semble agir plus activement encore dans les processus d'inhibition, rapidement et profondément altérés par la décérébration.

Mais le conditionnement met aussi en jeu des centres sous-corticaux, capables de déterminer à eux seuls des réponses conditionnelles, renforçant, tout au moins, l'activité du cortex dans ce domaine.

Certains auteurs, comme Ischlondsky, admettent que les trajets nerveux conditionnels comprennent en regard de ceux décrits par I. P. Pavloff, un élément complémentaire unissant le cortex à ces centres sous-jacents.

Parmi ceux-ci, un rôle important est actuellement dévolu à l'hypothalamus.

Les trajets nerveux précis du conditionnement demeurent donc mal connus. Sur le plan expérimental, lorsque les réflexes conditionnels sont utilisés comme test de l'activité du cerveau, il sera plus rigoureux de retenir comme excitant conditionnel un stimulus complexe, faisait à coup sûr intervenir les analyseurs corticaux.

Au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine d'Alger, on utilise une « mélodie pour chien », enregistrée sur magnétophone et constituée par une séquence de quelques notes de violon, sur trois tons. Elle remplace le son simple habituellement utilisé pour les réflexes conditionnels auditifs.

V. — Le facteur endocrinien dans les réflexes conditionnels

Les réflexes conditionnels sont soumis, tant dans leur établissement que dans leur évolution, à des facteurs se rapportant au métabolisme général et, plus particulièrement, au facteur endocrinien.

Les recherches effectuées sur des animaux privés de telle ou telle glande hormonale, ou soumis à des injections d'extraits glandulaires, ont mis l'accent sur le rôle de la *glande thyroïde*.

La thyroïdectomie diminue nettement l'aptitude de l'animal au conditionnement et entraine une sensible altération des réflexes précédemment établis. Les extraits thyroïdiens ont une action opposée (B.M. Zawadowsky et coll., O. D. Anderson). Ces effets s'inscrivent dans le rôle qu'exerce la glande thyroïde sur l'activité psychique en général.

D'autres travaux semblent montrer que l'ablation de la *glande cortico-surrénale* atténue également les aptitudes au conditionnement, tandis que l'injection d'extraits corticaux les accroît. Des expériences sont actuellement poursuivies pour mettre en évidence, dans le même domaine, le rôle de l'A.C.T.H. Les premiers résultats ne sont pas concluants.

O. D. Anderson observe, chez le chien, que *l'hypophysectomie* supprime pratiquement certains réflexes conditionnels comme le réflexe salivaire ou celui de flexion de la patte. L'administration d'extraits de lobe antérieur n'entraine qu'une action légère et temporaire. Il est permis de supposer que l'hypophyse n'agit qu'indirectement sur le conditionnement par la thyréo-stimuline qu'elle élabore : les extraits du lobe postérieur sont sans action.

Les *gonades* ne semblent pas exercer une influence sensible sur le conditionnement.

Enfin, L. A. Andreyev et L. I. Pugsley ont noté que l'injection de *parathormone* réduisait l'intensité des réflexes conditionnels positifs et renforçait, par contre, les réflexes d'inhibition. Ces actions se rattachent au rôle général de la calcémie dans l'excitabilité nerveuse en général.

VI. — Intérêt des réflexes conditionnels dans la recherche physiologique

A) *Mécanisme des sécrétions digestives*

L'étude des réflexes conditionnels a permis l'analyse du mécanisme nerveux des sécrétions digestives. Pour la sécrétion gastrique, en particulier, Bidder et Schmitt puis Ch. Richet et I. P. Pavloff ont montré l'importance du mécanisme nerveux psychique. La « sécrétion psychique », rapide et abondante, précède l'arrivée des aliments dans l'estomac. I. P. Pavloff a observé qu'il s'agissait là d'un conditionnement authentique et très précocement établi, les excitants conditionnels étant la vue des aliments, leur odeur, ou des excitants conditionnels de second ordre liés à l'ambiance des repas, à l'aspect de la personne qui les distribue.

Une expérience significative a été réalisée à ce sujet par N. Tsitovitch. Cet auteur sépara de leur mère, dès leur naissance, des petits chiens et les alimenta exclusivement au lait durant un temps prolongé. Après quelques mois, N. Tsitovitch prépara chez ces animaux une fistule salivaire et observa que les aliments autres que le lait, comme le pain ou la viande, ne déclenchaient pas la salivation. Seule la présentation du lait, aliment habituel, provoquait un écoulement abondant de salive.

Ainsi, la répétition quotidienne des excitations digestives extéroceptives crée des réflexes conditionnels sécrétoires qui prennent dans la physiologie de la digestion une part prépondérante.

Il est, par ailleurs, classique de décrire à leur propos l'action inhibitrice qu'exercent sur ces réflexes des émotions vives : les « sécrétions psychiques » sont soumises aux lois qui régissent les réflexes conditionnels en général.

B) *Analyse de la sensibilité*

La différenciation du réflexe conditionnel représente un moyen précieux d'analyse de la sensibilité absolue et différentielle des animaux. I. P. Pavloff et ses collaborateurs ont

consacré de nombreux travaux à ce problème, portant principalement sur la sensibilité auditive et visuelle chez le chien.

1. *Sensibilité auditive.* — Les expériences de N. P. Tikhomiroff ont précisé tout d'abord, chez le chien, la sensibilité discriminative pour *l'intensité* des sons. Pour un son donné, les diverses intensités d'émission constituent autant d'excitants conditionnels possibles et la différenciation peut jouer ici. Alors que l'expérimentateur ne peut distinguer deux intensités voisines que si l'émission des deux sons est effectuée à intervalles très rapprochés, le chien réalise cette différenciation — pourtant très fine — à des intervalles allant jusqu'à 17 heures. Le chien possède donc un appareil auditif d'une très grande sensibilité vis-à-vis de l'intensité des sons.

Pour *la hauteur* du son, G. V. Anrepp et T. M. Manouiloff ont montré par la méthode des réflexes conditionnés que le chien peut distinguer des sons ne différant que de 1/8 de ton. L'animal peut même reconnaître le son choisi dans une mélodie où il ne figure pourtant qu'une seule fois. Sa sensibilité est donc ici nettement supérieure à celle de l'homme.

On a pu également déterminer par cette méthode les *limites* de la sensibilité auditive du chien.

Le chien entend bien les ultra-son correspondant à 90.000 ou 100.000 vibrations/sec., inaudibles pour nous. On fait d'ailleurs parfois usage de sifflets à ultra-sons pour les chiens de police ou de guerre.

D'autres expériences ont porté sur la sensibilité du chien aux *rythmes sonores*. Ici encore, cet animal peut apprécier des différences de rythmes qui nous échappent totalement.

Ainsi, par conditionnement, un chien salivera pour le rythme 100 coups/minute du métronome mais non pas pour le rythme 94, ou 104.

La méthode de la différenciation des réflexes conditionnels a donc mis en évidence la sensibilité auditive du chien pour les diverses qualités du son. Cette sensibilité, très fine, s'avère beaucoup plus sélective que celle de l'homme. Les sensations auditives représentent d'ailleurs les excitants conditionnels de choix pour cette espèce.

Les réflexes conditionnels ont permis également à L. A. Andreef d'apporter à la théorie de résonance de Helmoltz des arguments favorables d'ordre expérimental. On crée chez l'animal de nombreux réflexes pour des sons purs de hauteurs diverses puis on détruit l'organe de Corti et la membrane basilaire au niveau de leur 1/3 inférieur. Tous les réflexes établis avec les sons de fréquence inférieure à 600 sont abolis, correspondant aux cordelettes détruites.

2. *Sensibilité visuelle.* — Les premières expériences ont porté sur la sensibilité du chien à la brillance des images, et sur la distinction des formes.

Le chien est très sensible aux variations d'éclairement des objets. Il distingue également bien des formes géométriques très voisines : carré et rectangle, ellipse et cercle. Pour ces dernières, la distinction peut être faite pour une ellipse dont le rapport des axes est de 9/8.

L. A. Orbely a montré que le chien, par contre, distinguait mal les couleurs : il ne différencie pas des objets de couleur différente mais de même forme et également éclairés.

Des expériences semblables ont été récemment réalisées chez les insectes, en particulier sur les abeilles, au centre d'études pavloviennes de Léningrad. Il a été montré que cette espèce distingue les couleurs. On peut créer chez ces insectes un réflexe conditionnel pour le bleu, par exemple, en déposant des récipients contenant de l'eau sucrée sur du tissu de cette couleur : le bleu attire désormais les abeilles. Un tel conditionnement a reçu des applications pratiques. On peut diriger les insectes conditionnés vers telle ou telle espèce aux fleurs de même couleur que celle retenue et agir ainsi sur la composition du miel.

3) *Autres sensibilités.* — Par suite de difficultés techniques leur étude a été moins poussée. Si le chien — le plus étudié — différencie bien topographiquement les excitations cutanées mécaniques, il ne le fait que très imparfaitement pour les excitations thermiques et tout point de la peau déclenchera le réflexe.

Pour l'odorat, que l'on sait pourtant subtil chez le chien, la méthode des réflexes conditionnels n'a pas permis une ana-

lyse détaillée car il est difficile d'utiliser avec précision l'excitant olfactif surtout à l'état de traces.

Toutefois, il a été montré que le chien distinguait bien le camphre de la vanille même pour des odeurs très légères.

C) *Problème des localisations cérébrales*

A priori, les réflexes conditionnels doivent permettre, associés à des expériences de destruction chirurgicale, de préciser les limites des aires de projection sensorielles corticales. Les faits d'expérience ne sont pas ici concluants.

En effet, des réflexes conditionnels peuvent subsister après ablation de l'aire de projection correspondante (D. G. Marquis et E. R. Hilgard), tandis que, dans d'autres cas, on voit persister des sensations alors que les réflexes acquis sont abolis. La délimitation des « analyseurs » corticaux s'avère ainsi délicate (W. F. Allen).

Ces faits ont d'ailleurs été évoqués à propos du problème des voies et centres nerveux du conditionnement.

Toutefois, on peut retenir à la lumière des travaux de l'école pavlovienne, que les réflexes conditionnels ont confirmé, dans ses grandes lignes, la notion de localisations cérébrales sensorielles, sans qu'ils puissent constituer un moyen de délimitation sûr.

D) *Etude de l'action de divers facteurs sur l'activité du cortex cérébral*

Les réflexes conditionnels représentent une manifestation objective de l'activité du cortex cérébral d'un grand intérêt dans la recherche physiologique. Les modifications éventuelles des réflexes conditionnels seront un signe de variations plus générales de l'activité des hémisphères.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, il conviendra d'utiliser ici un excitant conditionnel complexe, mettant réellement en activité les cortex cérébral (« mélodie pour chien », par exemple). On aura recours également, dans le même souci, au dressage qui résulte d'un conditionnement complexe.

Cette méthode a été largement utilisée au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine d'Alger par J. Malméjac

et ses élèves. Elle a permis une fructueuse analyse de l'action qu'exercent sur le cortex cérébral divers facteurs, en particulier l'ischémie, l'hypothermie, l'alcool et l'anoxie. L'intérêt pratique de telles recherches est évident.

Dans toutes les expériences, il est bien pris soin de toujours comparer le réflexe absolu au réflexe conditionnel. Une modification de ce dernier n'est valable que dans la mesure où le premier ne varie pas dans le même sens.

1) *Ischémie.* — J. Malméjac et ses colloborateurs, réalisant leurs expériences sur des chiens dressés à la salivation réflexe conditionnelle, ont montré que le cortex cérébral était gravement lésé fonctionnellement lorsque l'arrêt de la circulation encéphalique dépasse 12 minutes.

Des ischémies de 5 à 6 minutes déterminent des troubles importants mais passagers. Une restauration fonctionnelle totale est observée après un long délai : les réflexes conditionnels établis avant l'expérience disparaissent d'abord totalement puis sont restaurés par rééducation en 2 ou 3 mois.

Quand l'arrêt circulatoire est inférieur à 5 minutes, le réflexe conditionnel salivaire n'est que faiblement perturbé. Quelques heures, au plus, suffisent à lui rendre son intensité initiale.

J. Malméjac et ses collobateurs ont montré que, chez le chien, les limites de résistance du cortex cérébral à l'ischémie sont approximativement celles pour lesquelles l'animal récupère *immédiatement* les réflexes absolus de régulation végétative de la pression artérielle, quant la circulation céphalique par perfusion est rétablie.

J. Ten Cate, utilisant cette méthode chez le chat avec un réflexe conditionnel moteur, a obtenu des durées-limites plus longues, mais du même ordre de grandeur.

2) *Hypothermie.* — D'actives recherches sont pousuivies au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine d'Alger sur le rôle de l'hypothermie provoquée sur les diverses activités nerveuses ou sécrétoires, et en particulier sur le fonctionnement du cortex cérébral.

Le refroidissement est obtenu, après anesthérie à l'éther en circuit fermé, par immersion dans un bain de glace fondante, à l'exclusion de toute action pharmocodynamique.

Ces expériences ont été réalisées chez le chien, où le réflexe conditionnel salivaire sert de test de l'activité corticale supérieure, et chez le singe (Magot commun) dressé à distinguer des figures géométriques diverses et des couleurs par conditionnement.

Chez le chien, les réflexes conditionnels restent normaux après une hypothermie de 18 à 20°. Toutefois, un délai de 10 à 12 heures doit être respecté après l'expérience pour permettre la dissipation des effets de l'anesthésie ou du froid.

Au-dessous de cette température et jusqu'à 15-16°, des troubles transitoires sont observés : d'abord fortement réduite, la réponse conditionnelle est rétablie en quelques jours.

Chez le singe jeune, le cortex cérébral paraît au moins aussi rétistant à l'hypothermie que chez le chien.

12 à 14 heures après une hypothermie de 21-19°, l'animal se montre capable de reconnaître correctement les formes géométriques et les couleurs pour lesquelles il était conditionné. Après 36 heures, le comportement est à nouveau parfaitement normal. Une interruption des tests pendant 3 semaines permet d'observer que la mémoire est restée sans défaillance : les essais sont satisfaisants lors de la reprise des exercices.

Une hypothermie à 17°, chez le singe, ne semble pas compromettre gravement encore l'activité corticale. Toutefois, le délai de « récupération fonctionnelle » est plus long.

Des expériences réalisées chez des rats blancs conditionnés ont montré que la résistance du cortex à l'hypothermie est plus nette encore chez cette espèce, puisque le refroidissement à 4° n'altère en rien les aptitudes fonctionnelles cérébrales.

3. *Alcool.* — L'action inhibitrice de l'alcool sur les formations nerveuses supérieures est bien établie. Toutefois, les effets de l'alcool à faible dose sont plus difficiles à mettre en évidence. La méthode des réflexes conditionnels est, ici encore, très utile, par suite de son objectivité et de sa sensibilité.

L'alcool est administré, chez le chien, par voie gastrique et l'alcoolémie atteint le taux de 0,3 à 0,4 ‰. A des taux de l'ordre de 0,6 ‰, la phase inhibitrice est atteinte et le réflexe

conditionnel disparaît totalement. Pour les très faibles doses utilisées, J. Malméjac et ses collaborateurs observent une sensible stimulation du réflexe conditionnel, alors même que le comportement général n'est pas modifié. L'électroencéphalographie montre, corrélativement, une augmentation du rythme moyen des ondes électriques.

La répétition des expériences entraîne une véritable accoutumance à l'alcool chez l'animal, et l'effet d'excitation, pour les mêmes doses, diminue progressivement.

4. *Anoxie.* — Par la même méthode des réflexes conditionnels, J. Malméjac et ses collaborateurs ont étudié l'action de l'anoxie sur l'activité du cortex cérébral. Les expériences ont été réalisées chez le chien.

Lorsque l'animal est placé dans une atmosphère formée d'un mélange azote-oxygène à 14-15 % d'oxygène, on observe après 10 ou 15 minutes un accroissement sensible de la salivation conditionnelle alors que le réflexe absolu, à voies sous-corticales, est inchangé. L'augmentation peut atteindre 3 ou 400 %.

Avec une anoxie plus poussée (8 à 10 % d'oxygène) une défaillance des centres supérieurs s'établit progressivement, réduisant puis supprimant le réflexe conditionnel.

De telles recherches sont d'un grand intérêt dans l'étude de l'action de l'altitude sur le cortex cérébral chez l'homme (personnel navigant, par exemple).

⁂

Conclusions

L'étude des réflexes conditionnels a mis en évidence des phénomènes très variés mais s'inscrivant dans le cadre général des activités du tissu nerveux. La participation du cortex à ces réponses réflexes a permis d'inclure l'analyse des fonctions du cerveau dans l'ensemble de l'étude expérimentale du système nerveux.

Les réflexologistes pavloviens réduisent toute l'activité des hémisphères cérébraux à un conditionnement multiple et

changeant. Ces vues semblent excessives, au moins pour l'espèce humaine, mais il n'est pas niable que les réflexes conditionnels constituent une importante partie de l'activité du cortex cérébral.

Leur étude a mis en évidence, par ailleurs, les interactions entre l'écorce cérébrale et les centres sous-corticaux, mises à nouveau en lumière récemment par l'analyse du rôle de la formation réticulaire (H. W. Magoun et coll.).

Elle a souligné également le rôle que peuvent assumer les hémisphères cérébraux, par conditionnement, dans la vie végétative inconsciente, et ces acquisitions sont d'un grand intérêt à la fois biologique et médical.

Dans le domaine de la recherche physiologique, les réflexes conditionnels se sont avérés un moyen d'étude précieux qui permet de connaître avec précision et objectivité les variations d'activité du cortex cérébral. Grâce à eux, en particulier, la connaissance de l'acuité sensorielle des animaux est devenue accessible. Par cette méthode aussi, l'action qu'exercent sur les hémisphères cérébraux divers facteurs d'ordre physiologique ou pharmacodynamique a pu être étudiée expérimentalement.

Enfin, des phénomènes mal connus dans leur mécanisme, comme le sommeil ou certaines névroses, ont reçu une explication valable grâce à l'étude du conditionnement.

Nous n'avons pu développer dans les limites restreintes de cette étude l'aspect psychologique des réflexes conditionnels. Il est assez intéressant pour que de nombreux chercheurs se soient appliqués à déterminer leur valeur comme mécanisme de base dans le psychisme supérieur.

Ainsi, l'étude des réflexes conditionnels, activement poursuivie par différentes écoles, s'est montrée riche d'intérêt et d'applications. Elle a ouvert la voie à une étude expérimentale et objective de l'activité du cerveau qui montre encore au Physiologiste et au Neurologue tant d'inconnues.

Optimum vital et rôle des scolopidies du scape et du pédicelle antennaires dans la recherche du preferendum hygrométrique de Grillus bimaculatus L.

par L. Amouriq

Comme la thermopathie, l'hygropathie est un comportement à preferendum. Après avoir déterminé le preferendum thermique de *Grillus bimaculatus* L., nous nous sommes proposés de déterminer son preferendum hygrométrique. Dans notre région continentale des Hauts Plateaux d'Oranie, il n'est pas douteux que la chaleur et l'humidité constituent les deux facteurs externes exerçant une action importante sur le comportement des Insectes.

Influence de l'humidité atmosphérique sur l'insecte

1) *Rôle de l'humidité dans la biologie des Orthoptères*

Si la température a une grande influence sur ces Arthropodes, l'humidité atmosphérique n'a pas un rôle moins important. Grassé, qui a analysé l'effet produit par différents facteurs dans la distribution chorologique des Orthoptères du Languedoc, attribue un rôle prépondérant à l'humidité. Les *Eugryllodes* sont des insectes nocturnes et, quoique désertiques, hygrophiles. Pendant le jour ils peuvent se défendre contre la dessication en s'enterrant dans le sable. Tous les Orthoptères cavernicoles sont fortement hygrophiles et fous craignent la dessication. La construction d'un terrain semble être l'expression de la lutte contre la sécheresse. Chez certains insectes très hygrophiles, il est probable que l'état hygrométrique de l'air, plus que la température, déclenche l'activité motrice.

L'humidité de l'air n'influe pas seulement sur les Orthoptères, mais sur beaucoup d'autres Insectes. C'est ainsi que l'essaimage et l'habitat des Termites dépendent de l'état hygrométrique de l'air. L'agglomération en masse des *Coccinella* sous les pierres leur assure une atmosphère humide et ainsi une protection contre l'évaporation durant leur longue période de semi-torpeur.

2) *Influence du degré hygrométrique de l'air sur la physiologie de l'insecte*

Dans la région où vivent nos Grillons, c'est pendant l'été que se déshydrate leur organisme. Cette perte d'eau intermicellaire s'effectue par la respiration et l'évaporation. Pour limiter la perte d'eau de la respiration, l'insecte peut régler l'ouverture et la fermeture des stigmates. Pendant les heures défavorables, l'insecte s'abrite sous les pierres et dans les terriers, mais ceux-ci ne constituent qu'un moyen peu efficace de protection contre la dessication de l'air. Aussi cette perte d'eau non colloïdale provoque-t-elle une modification de la viscosité du protoplasme, et, par conséquent, des modifications structurales et physiologiques de l'équilibre cellulaire. L'humidité atmosphérique est vitale pour l'insecte. La dessication de l'air constitue l'un des principaux facteurs externes déterminant des réactions très importantes. Une forte déshydratation temporaire produit un arrêt de l'activité, mais si elle devient permanente, elle prépare à la diapause.

Préférendum hygrométrique et optimum vital

Afin de déterminer le préférendum atmosphérique de nos Grillons, nous testerons des individus aux antennes intactes.

1) *Appareil*

Nous utilisons une boîte métallique de 30 cm de longueur, 20 cm de largeur et 12 cm de hauteur. A 1 cm du fond, nous fixons sur les parois latérales une grille horizontale recouverte d'une gaze et sur laquelle les insectes se déplaceront. Le couvercle, vitré, porte trois bandes de papier déliminant ainsi les trois zones sèche, intermédiaire et humide du gra-

dient hygrométrique ; celui-ci s'étend de 36 à 80 % d'humidité relative. De plus, une bande de papier gradué, placé sur le couvercle, dans le sens de la longueur, nous permettra de déterminer le preferendum hygrométrique de l'insecte au cours de chaque test.

2) *Techniques*

Pour réaliser un gradient d'humidité, nous avons placé à l'une des extrémités de la boîte, sur le fond, un récipient rempli d'eau ; à l'autre extrémité, un cristallisoir rempli de potasse en pastilles. Afin d'évaluer l'humidité, nous avons placé dans les zones sèche et humide, un hygromètre à cheveu. Nous avons ainsi pu obtenir pour chaque test un gradient allant de 36 à 80 % d'humidité relative.

Avant d'être soumis aux tests, nos Grillons ont été placés pendant 24 heures dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Après chaque test, nous avons changé la gaze et lavé la grille, de façon à faire disparaître toute trace odorifique.

Nous ne rappellerons que sommairement les autres précautions à prendre, détaillées dans notre travail sur la thermopathie : nécessité de tester des individus adultes, au même stade de développement, dans le même état physiologique et d'opérer dans l'obscurité, en lumière rouge, après avoir verni les yeux des grillons au brillant noir à l'alcool.

Afin d'apprécier le rôle des scolopidies du scape et du pédicelle, nous testons des grillons aux antennes plus ou moins amputées : réduites au scape et au pédicelle, puis au scape seul, enfin complètement amputées. Avant de tester les insectes opérés, nous les laissons dix heures au repos.

Nous désignerons par :

— Grillons de 1re catégorie : des insectes dont les antennes sont laissées intactes.

— Grillons de 2e catégorie : des insectes dont les antennes sont toutes deux réduites au scape et au pédicelle.

— Grillons de 3e catégorie : des insectes dont les antennes sont réduites au scape.

— Grillons de 4e catégorie : des insectes dépourvus d'antennes.

3) *Nombre de tests*

Ces tests ont été pratiqués durant les années 1954, 1955 et 1956.

Différentes catégories	Nombre total de tests	Nombre de Grillons employés
1re	98	78
2e	80	78
3e	55	55
4e	55	55

4) *Analyse des tests*

Différentes catégories	Nombre de tests où l'insecte a exploré successivement et plusieurs fois les zones sèche et humide	%	Nombre de tests où l'insecte n'a exploré qu'une des zones du gradient hygrométrique	%	Nombre de test où l'insecte est resté inactif	%
1re	63	63 %	21	21 %	14	14 %
2e	19	24 %	34	42 %	27	33 %
3e	10	18 %	17	30 %	28	51 %
4e	8	14 %	10	18 %	37	66 %

L'étude de ce tableau nous montre que l'antenne joue un rôle dans l'activité motrice du Grillon, du moins quand elle consiste à explorer la zone hygrosensible.

5) *Détermination statistique du preferendum hygrométrique*

Notre gradient hygrométrique allant de 36 à 80 % d'humidité relative est divisé en trois zones : sèche (36-50 %), intermédiaire (51-65 %) et humide (66-80 %). Pour déterminer le preferendum hygrométrique, nous calculerons le pourcentage des individus fréquentant ces différentes zones.

6) *Répartition des tests dans le gradient hygrométrique*

Différentes catégories	Nombre de tests dans la zone sèche 36 %-50 %	%	Nombre de tests dans la zone intermédiaire 51 %-65 %	%	Nombre de tests dans la zone humide 66 %-80 %	%
1re	42	50 %	18	21 %	24	28 %
2e	23	43 %	20	37 %	10	18 %
3e	5	18 %	11	40 %	11	40 %
4e	6	33 %	6	33 %	6	33 %

Les Grillons de la 1re catégorie ont un preferendum pour la zone allant de 36 à 50 % d'humidité relative. Pour les Grillons de la 2e catégorie, la zone de leur preferendum est plus étendue et va de 36 à 65 % d'humidité relative. Les Grillons de la 3e catégorie ont un preferendum qui s'écarte de celui de insectes des deux premières catégories. Les Grillons amputés de leurs antennes sont inaptes à la recherche de leur preferendum.

En somme, la zone du preferendum hygrométrique devient de plus en plus étendue au fur et à mesure que l'amputation des antennes est plus complète.

7) *Preferendum hygrométrique*

Moyenne des pourcentages hygrométriques obtenus pour les différentes catégories :

1re catégorie : 45 % d'humidité relative
2e catégorie : 50 % » »
3e catégorie : 63 % » »

Les Grillons de la 4e catégorie, quoique encore actifs dans 34 % des tests, se sont déplacés au hasard dans le gradient hygrométrique.

8) *Influence de la température sur le preferendum hygrométrique*

En vue de préciser si le preferendum hygrométrique est une dépendance de la température, nous avons effectué nos tests au printemps et en été. A ces deux saisons, la température et le degré hygrométrique de l'air sont bien différents.

Différentes catégories	Saisons	Nombre de tests dans la zone sèche	%	Nombre de tests dans la zone intermédiaire	%	Nombre de tests dans la zone humide	%
1re	Eté	24	50 %	10	21 %	13	27 %
1re	Printemps	18	48 %	8	21 %	11	29 %

Nous avons obtenu à peu près le même pourcentage de tests dans les différentes zones et aux différentes saisons.

Pour les insectes de 1re catégorie, le preferendum est de 45 % d'humidité relative pour une température moyenne de

13° au printemps et de 29° en été. Ceci nous prouve que le comportement hygrotaxique du Grillon n'est pas très influencé par la température du milieu.

Cependant, les recherches d'Hamilton sur *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria migratorioïdes* montrent que l'optimum d'humidité dépend étroitement de la température. Il est évident que chaque espèce a un optimum vital bien déterminé.

9) *Optimum vital*.

L'optimum vital est conditionné par une température et une humidité convenables à la vie de l'insecte. Pour notre Grillon, l'optimum vital est défini pour une température ambiante de 33° et une humidité relative de 45 %. Afin de déterminer l'aptitude biologique de nos Grillons, caractérisons le milieu dans lequel ils ont été récoltés.

Ils vivent dans une région où le sol contient une grande proportion de calcaire ; au point de vue physique, il est léger et perméable. En été, il est dépourvu de végétation et s'échauffe énormément par suite de sa forte teneur en calcaire. Au printemps, la terre, recouverte de céréales, reste toujours humide. Les Grillons supportent aux différentes saisons de grands écarts de température et d'humidité entre le jour et la nuit. Ces insectes, capables de supporter de grandes variations de température et d'humidité au cours des 24 heures, sont eurythermes et euryhygres.

Terminons en notant qu'un même animal n'a pas le même optimum vital aux différents stades de son développement. Aussi préciserons-nous que nous avons toujours employé des Grillons adultes.

10) *Stridulation et preferenda thermique et hygrométrique*

Saisons	6 h.		12 h.		20 h.	
	Température	Humidité relative	Température	Humidité relative	Température	Humidité relative
Printemps	8°	80 %	18°	30 %	—	—
Eté	20°	50 %	29°	30 %	24°	45 %

Tableau des moyennes de température et d'humidité relative obtenues à l'ombre, au printemps et en été, dans la région des Hauts-Plateaux d'Oranie

L'examen de ce tableau nous montre que c'est pendant le jour au printemps et la nuit en été que le Grillon peut se trouver dans son optimum vital. La stridulation, que l'on considère comme la réaction de l'insecte à un milieu convenable, peut se trouver contariée par suite des variations de la température et de l'humidité.

Normalement, au printemps la stridulation a lieu pendant le jour, mais par ciel couvert, les Grillons ne stridulent plus en raison de la baisse de la température et de la hausse du degré hygrométrique de l'air.

Alors que la stridulation en été se fait la nuit, par temps nuageux elle a lieu le jour, par suite d'une baisse de température et d'un hausse du degré hygrométrique.

La température et l'humidité sont donc les deux facteurs qui conditionnent cette stridulation.

Rôle de l'antenne et des scolopidies dans l'hygrotaxie

1) *Rôle de l'antenne*

Chez les Grillons de la 1re catégorie où les antennes sont intactes, l'exploration est parfaite. Les antennes du Grillon au repos peuvent avoir différentes positions et rester mobiles ou immobiles. Pendant le déplacement, le funicule de l'antenne droite semble pivoter autour du scape dans le sens des aiguilles d'une montre, celui de l'antenne gauche en sens inverse. Quelquefois, le mouvement de l'antenne n'est plus rotatoire mais saccadé et devient même un véritable battement.

Par ces différents mouvements antennaires, les Grillons de la 1re catégorie, aussi bien au repos qu'en activité, sont aptes à se diriger le plus rapidement possible vers la zone où le degré hygrométrique se rapproche le plus de leur preferendum.

Pendant la marche, les Grillons des 2e et 3e catégories agitent leurs articles antennaires. Arrêtés, ils agitent parfois leurs articles à un rythme rappelant celui des Grillons de la 1re catégorie.

2) *Orientation de l'insecte dans l'hygropathie*

Les Grillons des 1re, 2e et 3e catégorie ont exploré successivement et rapidement les zones sèche et humide. Cette orthocinèse caractérisant le déplacement des Grillons de la 1re catégorie se manifeste plus rarement chez ceux des 2e et 3e catégories.

La plupart des Grillons des 2e et 3e catégories et quelques individus de la 1re se sont déplacés du sec vers l'humide, suivant un orientation clinocinétique. Ces insectes changent souvent de direction et quelquefois, avant de gagner l'une des extrémités du gradient, accomplissent un grand nombre de détours.

Ajoutons que les Grillons des 3 premières catégories manifestent une clinotaxie en explorant successivement à droite et à gauche la surface parcourue avec leur tête.

Les insectes sans antennes ne se meuvent que très rarement. Dans tous les tests, ces Grillons ont orienté la partie antérieure de leur corps soit vers la zone sèche, soit vers la zone humide, en décrivant un mouvement giratoire.

3) *Rôle et fonctionnement des scolopidies du pédicelle*

a) *Rôle :* Chez les Grillons pourvus de l'organe de Johnston et de l'organe chordotonal central, nous avons obtenu 33 % de tests où l'insecte est resté inactif, contre 51 % chez ceux de la 3e catégorie dépourvus de ces organes. Grâce à la présence de ces scolopidies, les insectes de la 2e catégorie ont pu rechercher leur preferendum hygrométrique dans une zone voisine de celle des insectes de la 1re catégorie.

Preferendum hygrométrique : 1re catégorie : 45 % d'humidité relative.

Preferendum hygrométrique : 2e catégorie : 50 % d'humidité relative.

La différence des preferenda semble peu importante lorsqu'on compare le nombre des articles antennaires des insectes de la 2e catégorie (chaque antenne amputée comprend deux articles), à celui des insectes de la 1re catégorie (chaque antenne comprend au moins 120 articles).

L'aptitude à la recherche du preferendum chez les insectes de la 2e catégorie résulte-t-elle de la présence de ces organes scolopidiaux, ou alors de celle d'un petit nombre de sensilles piliformes du scape et du pédicelle ?

Si les sensilles piliformes du funicule jouent un rôle secondaire dans l'hygropathie, ceux des insectes de la 2e catégorie sont trop peu nombreux pour jouer le rôle d'organe hygrorécepteur.

A notre avis, seuls les organes de Johnston et chordotonal central du pédicelle des Grillons de la 2e catégorie interviennent dans l'hygropathie.

Les Grillons de la 1re catégorie possèdent plus de 120 articles antennaires, donc plusieurs milliers de sensilles piliformes. Si le rôle principal était dévolu à ces sensilles, l'écart entre les preferenda aurait été bien plus important.

b) *Fonctionnement :* L'humidité ne pourrait-elle pas avoir une action excitatrice sur les bâtonnets des scolopidies ? Ces bâtonnets sont totalement logés dans l'anneau de renforcement du pédicelle et sont en contact avec le milieu extérieur par leurs extrémités. Par un processus d'hydratation ou de déshydratation lors des variations du degré hygrométrique de l'air, les bâtonnets ne pourraient-ils pas exciter les scolopidies, c'est-à-dire tendre ou détendre leurs filaments terminaux ?

4) *Rôle et fonctionnement des scolopidies du scape*

a) *Rôle :* Avec les Grillons de la 3e catégorie, nous avons obtenu 51 % de tests où ils sont restés inactifs, contre 66 % chez les insectes sans antennes. Les Grillons ayant conservé les organes scolopidiaux du scape sont plus actifs que ceux dépourvus d'antennes. Seulement, ces individus paraissent incapables de trouver la zone de leur preferendum. Ils effectuent un choix pour la zone humide allant de 51 à 80 %. Leur preferendum (63 %) s'éloigne beaucoup de celui des insectes de la 1re catégorie (45 %). L'écart entre ces deux preferenda semble trop grand pour qu'on puisse attribuer aux scolopidies du scape un rôle dans l'hygropathie. Les scolopidies n'interviennent pas dans l'hygroscopie et ne doivent servir qu'au fonctionnement des muscles antennaires du scape.

En résumé, le scape est l'article moteur du funicule, grâce auquel l'insecte peut s'orienter vers son optimum vital.

b) *Fonctionnement :* La locomotion de l'insecte provoque de légers mouvements de l'antenne. Lorsqu'il se déplace, le funicule produit un ébranlement de la membrane arthrodiale qui se traduit par une excitation des scolopidies. Cette membrane arthrodiale qui fléchit d'un côté et s'étire de l'autre détermine simultanément le relâchement et la contraction des muscles du scape. L'excitation mécanique des boutons de la membrane arthrodiale détermine un influx nerveux qui se rend au deutocérébron par les scolopidies et le nerf sensitif. Au moyen du nerf moteur, le deutocérébron règle le mouvement de l'antenne.

Remarques et Conclusions

R. Chauvin, dans la «*Physiologie de l'Insecte*», situe les organes hygrotaxiques de *Tenebrio molitor* sur les articles antennaires. Les 4 articles sont nécessaires pour que l'hygrotaxie puisse s'observer, mais 3 sont insuffisants. Ces Coléoptères munis de 3 articles, donc du pédicelle, sont incapables de sensibilité hygrotaxique. Mais ceci ne nous paraît pas impossible, puisque la structure et le rôle des scolopidies peuvent varier d'une espèce à l'autre. Rappelons qu'Eggers, dans ses récentes observations sur l'organe de Johnston du Gyrin et sur sa faculté à éviter les obstacles, a souligné que cet appareil sensoriel atteint chez cet insecte un très haut degré de développement. D'autre part, F. S. Bodenheimer cite que les insectes fouisseurs perçoivent l'humidité du sol par des organes situés dans leurs cavités coxales.

Nos résultats nous permettent d'attribuer aux scolopidies du pédicelle un rôle dans l'hygrotaxie. Mais, pour mieux étayer ce rôle, nous comptons réaliser encore d'autres tests sur des Grillons élevés au laboratoire.

BIBLIOGRAPHIE

ALLEE, PARK, EMERSON et SCHMIDT (1949). — *Principes of Animal Ecology.* (Saunders edt., Philadelphia).

AMOURIQ L. (1955). — Rôle de l'antenne du Grillon (*Gryllus bimaculatus*) dans la thermopathie. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord,* t. 46, n° 3-4).

BODENHEIMER F. S. (1955). — *Précis d'écologie animale.* Paris.

CHAUVIN R. (1949). — *Physiologie de l'Insecte.* Paris.

CHOPARD L. (1938). — *La biologie des Orthoptères.* Paris.

EGGERS F. (1926). — Die mutmabliche Funktion des Johnstonschen Sinnesorgans bei *Gyrinus.* (*Zool. Anz.,* 68, pp. 184-92).

GRASSÉ P. P. (1929). — Etude écologique et biogéographique sur les Orthoptères français. (*Bull. Biol.,* LXIII, pp. 489-539).

PICTET A. (1915). — Sur le prétendu hygrotropisme et géotropisme chez les Insectes. (*Arch. Sc. Phys. et Nat.,* XXXIX, pp. 187-90).

ROSE M. (1929). — *La question des tropismes.* Paris.

VIAUD G. (1951). — *Les tropismes.* Paris, Presses Universitaires.

YUNG E. (1909). — Le sens de l'humide. (*C. R. Congrès Intern. Psychol.,* Genève, pp. 820-1).

ANONYME (1939). — *Culture methods for Invertebrates.* New-York.

Nouvelles observations sur Infraclypeus thalebensis Gauthier, Galeropygidé algérien

par A. Devriès

Résumé et objet de cette note

Faute d'un matériel suffisant, V. Gauthier *n'avait pu donner sur son espèce,* Infraclypeus thalebensis, *toutes les précisions désirables. Nous sommes en mesure, aujourd'hui, de compléter la diagnose sur quelques points particuliers, importants pour la définition du type : appareil apical ; plaques caténales ; structure du péristome et de la ceinture pérignathique ; tubercules. Pour terminer, nous donnons un tableau comparatif des caractères des genres appartenant à la famille des Galéropygidés.*

***

Les Galéropygidés en Algérie

Insuffisance de la diagnose de l'*Infraclypeus thalebensis*

La famille des Galéropygidés, souche des Echinides dits Irréguliers [12], n'est représentée en Algérie, avec certitude, que par trois espèces : *Loriolella ludovici* Meneghini, *Infraclypeus thalebensis* Gauthier, *Hyboclypus maurus* Pomel. V. Gauthier fait allusion en outre à un *Galeropygus* recueilli aux « environs d'Oran » par de Loriol ; mais cet échantillon a été égaré et n'a pu être décrit, aussi nous ne pouvons pas en tenir compte.

1° *Loriolella ludovici* Mgh [3] a été trouvé en Algérie aux environs de Tizi-Tabaoualt (Djurdjura central) et est représenté par trois échantillons [2] ; G. Dubar qui les a déterminés, les rapporte au Domérien moyen.

2° *Hyboclypus maurus* Pomel : cette espèce ne semble pas avoir été décrite par son auteur ; elle n'est signalée ni par LAMBERT [**8**, **9**], ni par MORTENSSEN [**11**].

Elle est représentée par un échantillon assez bien conservé dont l'étiquette, écrite de la main de POMEL, porte : *Hyboclypus maurus* Pomel ; Saïda (Argovien) Rauracien (Glypticien Ja_3). Cet intéressant individu donnera lieu à une étude ultérieure, la présente note étant limitée à celle de *l'I. thalebensis*.

3° *Infraclypeus thalebensis* Gauthier [**4**] ; sans être très abondant n'est cependant pas rare ; nous avons à notre disposition une douzaine d'individus qui se répartissent de la façon suivante :

a) Echantillons types, de GAUTHIER : cinq pièces, conservées dans les collections de la Sorbonne à Paris. Ils proviennent tous du Thitonique de l'Oued Soubella (Constantine).

b) Collections du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences d'Alger : trois échantillons du Thitonique de l'Oued Soubella, en bon état ; des fragments (sept) assez frustes, mais permettant des observations partielles, proviennent également du Massif du Bou Thaleb.

La description donnée en son temps, par GAUTHIER [**4**], toute scrupuleuse qu'elle soit, mérite pourtant quelques retouches et quelques compléments ; MORTENSEN [**11**], justement écrit dans sa Monographie : « It is very regrettable that GAUTHIER gives no figure to illustrate the details of the apical system and the interesting small, elongate plates (termed by LAMBERT the « Catenal » plates) that connect the apical system with the periproct ».

Le matériel dont nous disposons nous permet, non seulement de combler ces lacunes, mais encore de préciser certains points de la diagnose auxquels nous attribuons une grosse importance paléontologique. Nous examinerons successivement : l'appareil apical, le sillon interambulacraire postéro-dorsal, le péristome, la vestiture, et nous terminerons par quelques considérations générales sur la famille des Galéropygidés.

Compléments d'observations

1° *L'appareil apical.*

D'après la description de Gauthier, nous apprenons que le système apical de l'*Infraclypeus* est « allongé, mais unique, assez semblable à celui des *Pachyclypeus* (1) et des *Hyboclypeus* (1), formé de plaques génitales et de plaques ocellaires directement alignées et en contact par le bord interne ».

Cette proposition laisse sous-entendre qu'il n'y a pas de plaques surnuméraires au centre de l'appareil séparant les plaques apicales elles-mêmes.

Conformément à sa description, V. Gauthier donne un dessin de l'apex d'un de ses échantillons et effectivement, aucune plaque supplémentaire ne sépare les plaques apicales ; par contre, la figure montre bien la dernière plaque caténale entre les deux ocellaires postéririeures qui restent cependant en contact par leur partie antérieure ; notre figure 1, représente un agrandissement du dessin de V. Gauthier.

Nous avons sous les yeux l'échantillon ayant servi à V. Gauthier et nous pouvons constater, après de minutieuses observations, que l'appareil apical présente une particularité qui avait échappé aux investigations de l'auteur des « Echinides fossiles de l'Algérie ». En effet, une plaque supplémentaire s'allonge au centre de l'appareil séparant ainsi les deux génitales postérieures et s'insinuant partiellement entre les deux ocellaires postérieures, comme le montre notre figure 2. Il était intéressant de savoir si la présence de cette plaque supplémentaire était un fait exceptionnel, ou si au contraire, il était fréquent, voire même constant.

Nous avons pu étudier en détail l'appareil apical de plusieurs individus et nous devons dire tout de suite que des plaques supplémentaires, variables dans leur nombre et dans leur forme, sont visibles sur chacun d'eux. Ajoutons, à la décharge de V. Gauthier que les plaques apicales de l'*Infraclypeus thalebensis* sont assez difficiles à voir et à isoler opti-

(1) Nous avons respecté l'orthographe de Gauthier.

quement ; le test est souvent empâté par la gangue ou encore fort usé, aminci, ce qui rend l'observation très malaisée. L'*Infraclypeus* n'est pas le seul Echinide qui offre ordinairement cette difficulté d'observation ; sont en général dans ce cas les espèces à test mince, lisse, à surface peu sculptée, comme certains *Dysaster*, *Metaporhinus*, *Holaster* par exemple.

Nous pensons qu'il n'est pas inutile d'indiquer ici par quels procédés (bien élémentaires, il est vrai) nous sommes parvenu à isoler les plaques et à en saisir les contours :

Après avoir poli convenablement la surface de l'apex, sans toutefois l'araser, nous y répandons quelques gouttes d'huile de cèdre pour en augmenter la transparence ; puis, nous projetons un faisceau lumineux étroit et intense sur l'endroit à observer ; tenant alors l'échantillon entre les doigts, sous le microscope binoculaire, nous le faisons tourner lentement en tous sens, afin de faire varier l'incidence du faisceau lumineux sur les plaques apicales, que nous voyons alors briller l'une après l'autre, tandis que les plaques voisines restent plus sombres et sans éclat. Nous savons que les plaques apicales des Echinides ont leurs axes optiques orientés différemment **1**, **10** et les surfaces de clivage de la calcite qui compose chacune d'elles sont elles-mêmes orientées différemment, selon la plaque considérée ; il s'ensuit que les clivages des plaques apicales ne peuvent réfléchir la lumière dans l'objectif du binoculaire que si les rayons incidents sont reçus sous un angle déterminé, différent pour chaque plaque.

Si, malgré cela, les plaques restent encore assez indistinctes, l'utilisation de verres de couleur (bleus en particulier), permet d'augmenter la différence de teinte et d'éclat de deux plaques contiguës et de distinguer leurs limites ; le verre coloré peut être placé soit sur le rayon incident, soit sur le rayon réfléchi, soit sur les deux à la fois.

Sur notre figure 3, les plaques supplémentaires existantes, sont au nombre de deux ; leur forme est hexagonale ; il est probable qu'une autre plaque additive devait se trouver entre les deux ocellaires postérieures qui, sur l'échantillon représenté sont assez écartées.

La figure 4 représente l'apex très usé d'un autre individu ; nous n'y avons représenté que les plaques ou portions de pla-

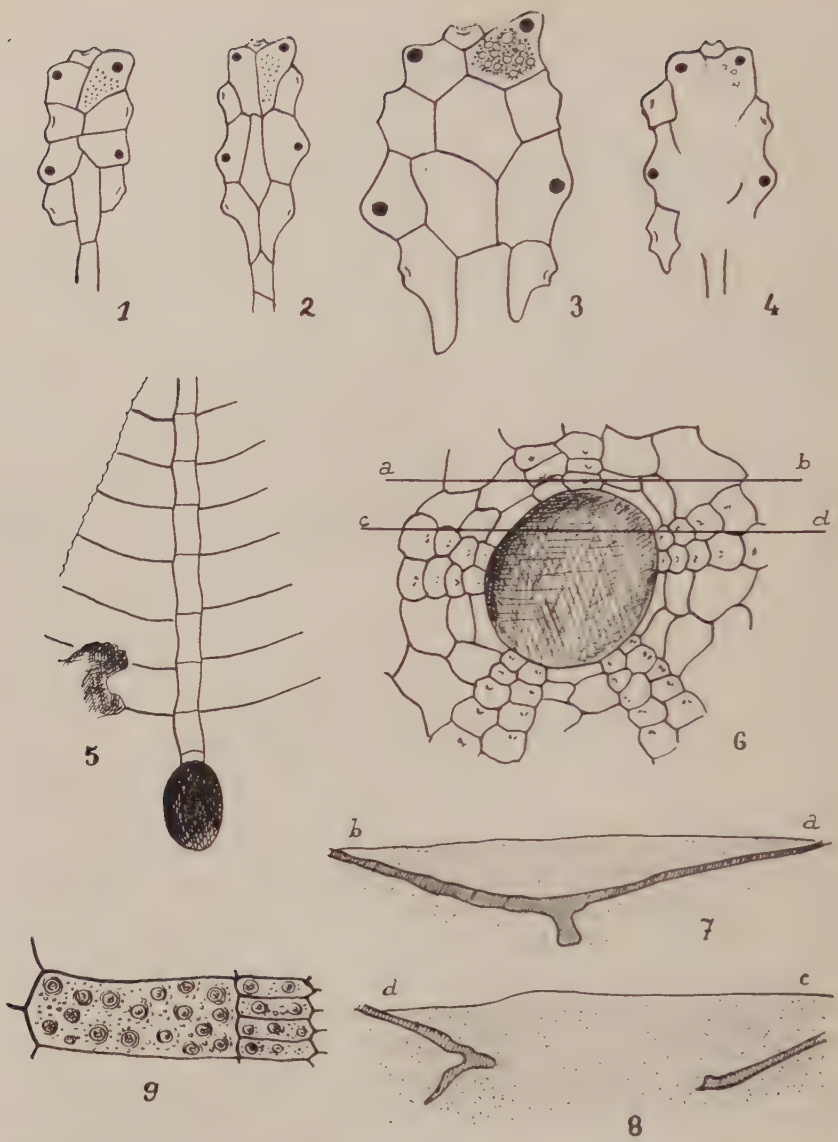


Fig. 1. — Appareil apical de *Infraclypeus thalebensis*, d'après une figure de Gauthier.

Fig. 2. — Appareil apical du même individu, tel qu'il s'est présenté à notre observation.

Fig. 3 et 4. — Appareil apical de deux autres individus ; celui de la fig. 4 est très usé.

Fig. 5. — Les plaques caténales médio-dorsales.

Fig. 6. — Péristome et les plaques coronales adjacentes.

Fig. 7. — Section dans la région péristomienne, pratiquée suivant a-b (fig. 6) ; le second auricule est probablement brisé.

Fig. 8. — Section à travers le péristome, pratiquée suivant c-d (fig. 6).

Fig. 9. — Quelques plaques et leurs tubercules, dans la région ambitale.

ques visibles. Bien que très incomplet, le dessin nous permet de soupçonner un apex très allongé. Les plaques ne devaient pas, ici non plus, être contigues par leur bord interne ; au contraire, leur éloignement laisse supposer que des plaques surnuméraires, occupant le centre de l'appareil, devaient les séparer.

2° *L'interambulacre postérieur ; ses plaques caténales.*

Dans la diagnose du genre, V. GAUTHIER indique qu'« à la partie supérieure, et faisant suite au périprocte, se trouve, sur la suture médiane de l'aire interambulacraire impaire, un léger sillon qui remonte jusqu'au sommet et paraît occupé par de petites plaques allongées et distinctes ».

Ici encore, nous sommes en mesure d'apporter quelques précisions sur cette curieuse structure. A vrai dire, le sillon est souvent très peu profond, sinon nul, et les échantillons types en particulier n'ont qu'un sillon vraiment peu prononcé.

Néanmoins, sur l'échantillon dont l'apex a été représenté figure 3, le sillon médian paraît beaucoup plus prononcé : en effet, bien que les plaques interambulacraires n'existent plus, la gangue, formant moule interne, montre à cet endroit une sorte de gouttière que l'on peut suivre de l'apex jusqu'à l'emplacement du périprocte.

Par ailleurs, il est absolument certain que le sillon en question appartient à une file de plaquettes allongées et distinctes, situées entre les plaques interambulacraires. D'après les observations que nous avons pu faire, il y aurait autant de plaquettes que de paires de plaques interambulacraires, ces plaquettes n'était pas disposées par paires, mais simplement l'une derrière l'autre (fig. 5).

3° *Le péristome - La ceinture pérignathique.*

Il est admis [**12**] que les Galéropygidés sont caractérisés par l'absence d'appareil masticateur, au moins chez l'adulte. On sait [**5**] que les pièces mobiles de la lanterne d'Aristote sont mues par des muscles qui viennent s'insérer sur des dépendances des plaques ambulacraires et interambulacraires limitant le péristome : ce sont les auricules et les apophyses,

formant ce qu'on a coutume d'appeler la ceinture périgna-thique.

La présence ou l'absence des auricules, toujours plus développés que le reste de la ceinture chez les Gnathostomes, permettent de se faire une idée de l'état de développement de l'appareil masticateur, donc du degré d'évolution d'un Echinide dans la lignée des Atélostomes. C'est pourquoi nous avons tenté de préciser la structure interne du péristome, grâce à des coupes faites en série, perpendiculairement à l'axe antéro-postérieur du test. Nous avons pu ainsi constater qu'effectivement au moins des rudiments d'auricules sont présents dans la ceinture pérignathique. Ces pièces sont d'ailleurs orientées très obliquement vers l'intérieur du test, comme cela a déjà été signalé par Hawkins [6] et par Jackson [7] pour d'autres genres, et comme cela a lieu en général pour les formes à appareil masticateur en voie de régression. Bien que les sections aient été pratiquées bien perpendiculairement à l'axe, les figures obtenues (jusqu'à une trentaine sur un seul péristome de 6 mm de diamètre) ne sont pas symétriques par rapport à cet axe : cela est dû à ce que la bouche est plutôt ovale que ronde et oblique de droite à gauche. Les restes d'auricules sont évidemment en position ambulacraire. (Chez les Cidaridés et les Clypeastroïdes, ces pièces sont interambulacraires [5] : ce sont des pseudo-auricules [12]).

Enfin, signalons que les aires interambulacraires n'entrent en contact avec le péristome que par une seule plaque, comme cela a lieu chez presque tous les Irréguliers. Ce fait est en relation avec le peu de développement de l'ouverture péristomienne. Chez les Réguliers, où le péristome est relativement plus grand, il y a résorbtion de la plaque primordiale et les aires interambulacraires entrent en contact avec deux plaques (a_2 et b_2 avec le péristome (2). Enfin, la bouche s'ouvre au fond d'une dépression du test, si bien que les plaques ambulacraires et interambulacraires qui l'entourent, s'infléchissent vers l'intérieur en une sorte de goulot très court ; cet infléchissement est corrélatif de la position oblique des auricules, comme cela a lieu chez toutes les formes à péristome enfoncé.

(2) Chez *Arbacia*, il y a fusion des plaques 1, a_2 et b_2 et les aires interambulacraires n'ont de ce fait qu'une plaque sur leur bord postérieur.

4° *Vestiture : tubercules et granulation.*

V. GAUTHIER indique dans sa description que les tubercules sont petits, rares et disséminés sans ordre apparent.

Nous pouvons préciser que les tubercules sont certainement abondants, en particulier dans les interambulacres, où on peut en compter jusqu'à 15 et plus par plaque. Les plaques ambulacraires en portent généralement un ou deux chacune. Les tubercules sont perforés et crénelés, peu développés, plus gros à l'ambitus, plus espacés à la face supérieure. La surface du test est assez granuleuse, mais l'usure lui donne presque toujours un aspect lisse.

CONCLUSIONS

Voici donc précisés quelques points intéressants de la structure du test de cet Echinide algérien.

L'*Infraclypeus thalebensis* rentre dans un groupe de Galéropygidés caractérisé par la position postérieure ou inframarginale du périprocte, par opposition avec ceux dont le périprocte s'ouvre au fond d'un sillon profond, contigu à l'apex, comme chez *Galeropygus* ou *Hyboclypus*.

Voisin de *Desorella* par ses plaques apicales surnuméraires, il s'en éloigne par la présence du sillon dorsal, garni de plaquettes caténales qui évoquent les Collyritidés ; de plus, les tubercules de *Desorella* sont incrénelés, contrairement à ceux de *Infraclypeus*.

Les tubercules incrénelés et le périprocte bien postérieur caractérisent aussi *Lorielalla ludovici*, mais cette dernière espèce se détache nettement de toutes les autres de la famille des Galéropygidés : les aires interambulacraires ne comportent qu'une seule série de tubercules assez volumineux par demi-zone ; cette disposition en séries verticales n'existe nulle part ailleurs ; de plus, les ambulacres y sont étroits, les pores ronds ; l'apex, petit, est de forme circulaire.

Nous donnons ci-après un tableau des caractères opposant les divers genres de la famille des Galéropygidés, et à propos duquel nous faisons la remarque suivante :

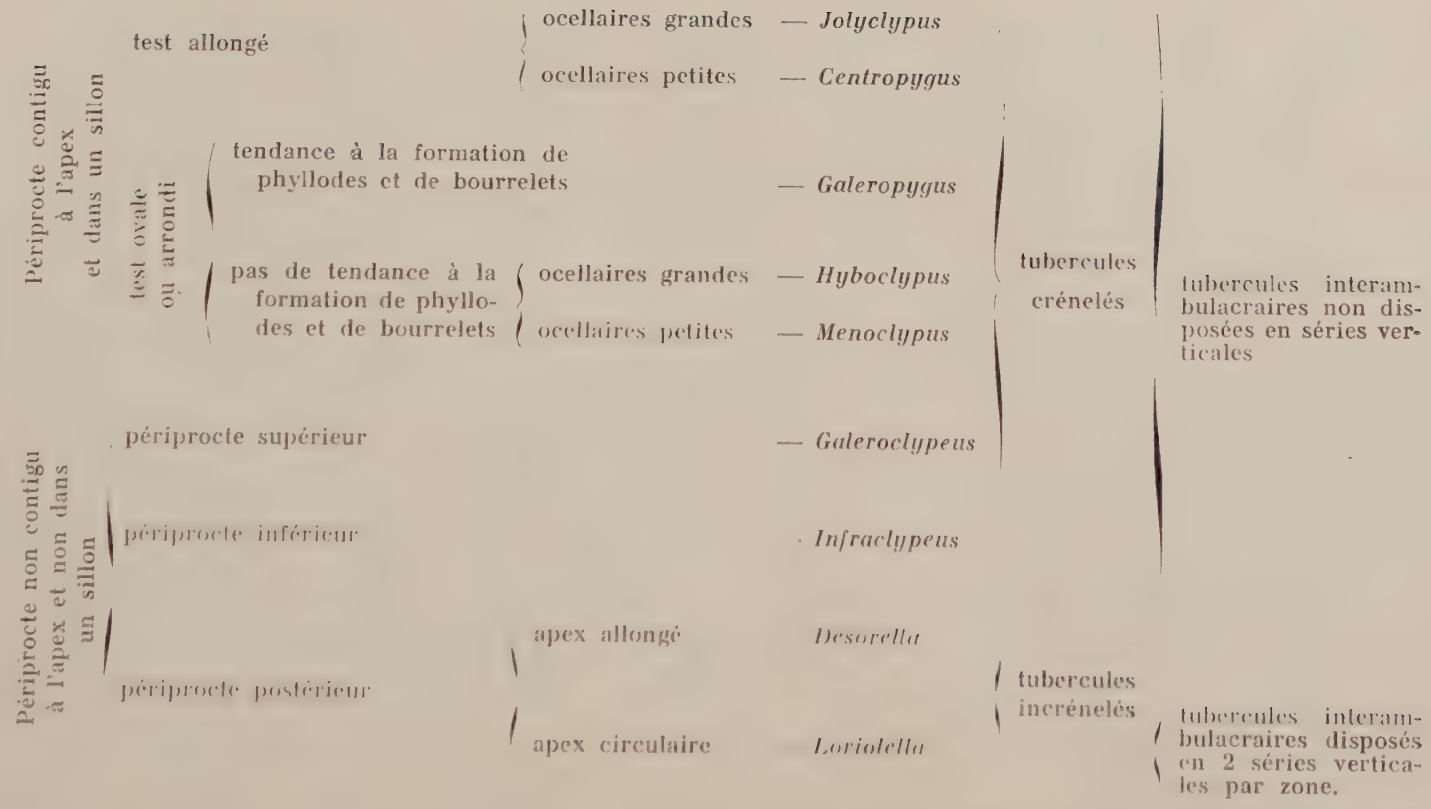


TABLEAU DES GENRES APPARTENANT A LA FAMILLE DES GALÉROPYGIDÉS

Si la position du périprocte fait apparaître au sein de la famille des Galéropygidés deux grands groupes distincts, cette distinction reste purement morphologique et ne semble pas pouvoir être interprétée comme résultat d'une double origine de la famille. Toute autre est la distinction que nous faisons à partir de la crénulation des tubercules. C'est en effet ce caractère qui permet à MORTENSEN [**11**] de voir dans l'ordre des *Holectypoïdea* deux lignées d'origines différentes : les Pygastéridés aux tubercules non crénelés proviendraient des Pédinidés (*Mesodiadema*), tandis que les Holectypidés seraient issus des Diadematidés (*Eodiadema*).

Nous pensons qu'une conclusion analogue peut être avancée pour les Galéropygidés, la présence ou l'absence des crénelures aux tubercules indiquant là aussi l'origine polyphylétique de la famille.

*
**

BIBLIOGRAPHIE

1. DEVRIÈS A. (1954). — A propos de la symétrie des Echinides. *Publications du Serv. de la carte Géol. de l'Algérie.* Nouvelle série. Bull. n° 1. Fasc. 2. Alger.

2. FLANDRIN J. (1952). — La chaîne du Djurdjura. XIX^{e} Congr. Géol. intern. Alger. *Monogr. rég.,* 1re série, Algérie, n° 19.

3. FUCINI (1920). — Fossili domeriani dei dintormi di Taormina. *Palaeontogr. Italica,* XXVI.

4. GAUTHIER V. (1884). — *Echinides fossiles de l'Algérie,* fasc. 2, Masson, Paris.

5. GRASSET P. (1948). — Traité de Zoologie, tome XI. *Les Echinodermes,* par CUÉNOT. L. Masson, Paris.

6. HAWKINS D. (1934). — The Lantern and Girdle of some recent and fossil Echinoidae. *Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London.* Série B. Vol. 223.

7. JACKSON (1912). — *Phylogeny of Echin.*

8. LAMBERT J. (1931). — Etude sur les Echinides fossiles du Nord de l'Afrique. *Mém. Soc. géol. Fr.* Nouvelle série. Mémoire n° 16. Paris.

9. Lambert J. et Thierry P. (1914). — *Essai de nomenclature raisonnées des Echinides.* L. Ferrière, Chaumont.

10. Lucas G. (1953). — Existence, dans l'appareil apical des Oursins de deux sortes de plaques génitales. Plans de symétrie cristallographique. Hypothèses explicatives. *C. R. séances Acad. Sc.*, Paris, t. 237.

11. Mortensen Th. (1948). — *A monograph of the Echinoidae.* Vol. IV. 1. Copenhague.

12. Termier H. et G. (1953). — *in* Piveteau J., *Traité de Paléontologie.* Tome III. Classe des Echinides. Masson, Paris.

Le Secrétaire Général
Gérant du Bulletin,
G. Schotter.

Avis aux Auteurs

Pour faciliter la tâche du secrétaire général et éviter des retards et des frais supplémentaires dans la publication de leurs travaux, les auteurs sont priés de se conformer aux recommandations suivantes :

I. — Les manuscrits destinés à être publiés dans le Bulletin doivent être rédigés *ne varietur*, dactylographiés avec doubles interligne sur le recto seulement des feuilles numérotées. Ils portent indication du nom, prénom et *adresse* de l'auteur.

Aucune indication typographique concernant les caractères à employer ne doit être portée sur le manuscrit, ces indications seront indiquées sur le manuscrit par les soins du secrétariat. Seuls, les noms scientifiques latins (qui doivent être suivis du nom de l'auteur) devront être soulignés d'un trait droit.

Les figures devront porter au verso l'indication de la réduction à leur faire subir ; la justification du Bulletin étant 11 cm. 2 × 17 cm. 5. Autant que possible, il y a intérêt à grouper ensemble plusieurs figures de petite taille pour constituer un seul cliché.

Les lettres et autres indications à faire figurer sur les clichés devront être dessinées à l'encre de Chine ou indiquées à l'aide des alphabets utilisés à cet effet. Les figures dans le texte (figures au trait à l'encre de Chine) seront numérotées en chiffres arabes ; les planches hors texte (figures au lavis ou photographies) en chiffres romains. La légende des figures et des planches sera placée à la fin du manuscrit ; seul le numéro des figures et des planches figurera au verso de celles-ci.

Les indications bibliographiques peuvent être placées soit en notes infrapaginales, soit de préférence groupées en un index bibliographique à la fin de l'article. Pour chaque référence indiquer le nom de l'auteur, ses initiales, le titre du travail, le titre (abrégé s'il y a lieu) du périodique dans lequel il a été publié, le tome, la page, le cas échéant le lieu de publication et enfin la date.

II. — Les auteurs reçoivent un exemplaire de la première épreuve de leur article qu'ils sont priés de retourner sans délai au secrétaire après correction.

Les secondes épreuves sont corrigées par les soins du secrétariat. En cas de retard dans le renvoi des épreuves corrigées, il ne sera pas tenu compte des corrections effectuées par les auteurs.

Toutes modifications sur les épreuves du texte primitif d'un article, entraînent des frais supplémentaires de correction qui sont à la charge des auteurs.

III. — Par décision du Conseil en date du 12 décembre 1953, les membres de la Société ont droit, *en principe*, et si la situation budgétaire de la Société le permet, à l'impression gratuite de 12 pages de texte par an *dont 2 pages pourront être occupées par des tableaux ou des figures au trait n'entraînant pas de supplément à la charge des auteurs ainsi qu'à 25 tirés à part gratuits, sans couverture.*

Les frais de composition et d'impression des pages en excédent sont à la charge des auteurs. Il en est de même pour tous les frais sup-

plémentaires : composition de tableaux, petit texte, langues étrangères, etc., ainsi que l'exécution des clichés et éventuellement leur tirage en hors texte.

L'envoi d'un manuscrit à la Société en vue de sa publication comporte, de la part de l'auteur, l'engagement tacite de rembourser la partie des frais d'édition que la Société ne prend pas à sa charge.

IV. — Les tirés à part (en plus des 25 gratuits accordés par la Société) des articles publiés dans le Bulletin sont à la charge des auteurs. Le nombre des tirés à part demandés doit être indiqué (en précisant si l'on désire ou non des couvertures) sur le manuscrit.

Pour reconstituer des collections complètes du Bulletin, la Société est disposée à acquérir des volumes ou des fascicules antérieurs à l'année 1920.